

Nachhaltigkeitsbewertung der landwirtschaftlichen Primärproduktion in der Schweiz

Meilenstein I Schritt 3 Variante GVO

1. Beschreibung der Variante GVO

1.1 Einführung

Basis des Systemmodells bildet für die Beschreibung des IST-Zustands sowie für alle drei Varianten ein landwirtschaftlicher Betrieb im Talgebiet¹ in der Schweiz. Dieser Modellbetrieb erfüllt die Voraussetzungen zum Erhalt von Direktzahlungen des Bundesamts für Landwirtschaft². Der Betrieb ist ein gemischter Betrieb und baut Weichweizen für die Herstellung von Brot und Backwaren an.

Die Variante GVO beschreibt den Anbau von gentechnisch veränderten³ Weizensorten im Systemmodell.

Zuerst wird in Kapitel 2 der Bedarf nach transgenem Weizen geklärt. Kapitel 3 gibt ein Bild über den aktuellen Stand und die nahe Zukunft der Forschung im Labor und bei Freisetzungsversuchen von transgenen Weizensorten. Kapitel 4 zeigt die Möglichkeiten von gentechnisch veränderten Weizensorten auf und beschreibt den transgenen Weizen, der für die Variante GVO verwendet wird. Anschliessend folgt in Kapitel 5 die Konkretisierung der Variante BIO-S.

¹ Die Talregion umfasst die Ackerbauzone und die Überganszone gemäss BLW 2002c: A75

² BLW 2003: 1ff

³ In der Folge werden die Adjektive „gentechnisch verändert“, „genetisch verändert“, „gentechnologisch verändert“, „gentech-“, „GVO“ und „transgen“ als Synonyme verwendet.

2. Bedarf an transgenem Weizen

Die Interessen von verschiedenen Gruppen an transgenem Weizen, mit welchen Eigenschaften auch immer, sind sehr unterschiedlich. Was fehlt, ist jedoch eine Bedarfsabklärung, die offen legt, wo der Weizenanbau heute Probleme aufweist, welche in Zukunft mit gentechnisch verändertem Saatgut gelöst werden können.

Diese Probleme und mögliche Lösungen werden entlang der Produktionskette von landwirtschaftlichen Gütern und Nahrungsmitteln dargestellt, begonnen bei der Saatgutherstellung über Anbau und Ernte, Nahrungsmittelherstellung und Veredelung, den Detailhandel bis zum Konsum.

2.1 Traditionelle Züchtungen

Das Saat- und somit auch das Erbgut von Weizen wird seit etwa 10'000 Jahren züchterisch zu optimieren versucht.

Die klassische, traditionelle oder konventionelle Züchtung neuer, verbesserter Weizensorten beruht auf der Methode des Kreuzens verschiedener Sorten. Diese Sorten können Wildgräser sein oder bereits kultivierte Weizensorten. Die meisten in der Schweiz zugelassenen Weizensorten wurden so gezüchtet.

Ebenfalls zu den konventionellen Züchtungsmethoden zählen die Gewebekultur- und die Cytogenetik. Hier werden ganze Chromosomenabschnitte mit einigen hundert Genen von Artverwandten, meist Wildgräsern, auf den Weizen übertragen. Mit diesen Methoden wurden Eigenschaften gegen Halmbruch, Braunrost und Mehltau in den Weizen gezüchtet. Einige solche Sorten in der Schweiz sind in Zuchtprogrammen oder werden bereits angebaut⁴.

Die Gentechnologie ermöglicht, einzelne oder mehrere verschiedene Gene von fremden Arten in das Erbgut von Weizen eingebaut⁵. Wie bei der traditionellen Züchtungen wird hiermit eine neue Sorte geschaffen, die neue – jetzt auch artfremde – Eigenschaften besitzt.

2.2 Gentechnologische Züchtungen

Die Forschungen an und mit gentechnisch veränderten Weizensorten sind vielfältig und die Ansprüche nach bereits erfolgten Freisetzungsvorversuchen und dem kommerziellen Anbau von gentechnisch verändertem Mais und Soja besonders hoch. Beim Weizen hat es jedoch länger gedauert als bei anderen Kulturpflanzen, bis die neuen Sorten reif für Freisetzungsvorversuche waren. Ein fremdes Gen in die Erbsubstanz von Weizen einzubauen und daraus neue Sorten mit neuen Eigenschaften zu generieren ist komplizierter und aufwendiger als etwa bei Raps oder Mais⁶.

Forschung und Entwicklung von gentechnisch veränderten Pflanzen, auch von Weizen, kann in zwei Phasen unterteilt werden⁷.

⁴ Keller 2002

⁵ Linder 1989: 383-384

⁶ TransGen 2003b

⁷ TransGen 2003b

2.2.1 Erste Generation

Die erste Generation von transgenen Pflanzen sind die heute verfügbaren, neuen Kulturpflanzen mit Resistenzen gegen Breitbandherbizide, Frassinsekten und vereinzelt Pflanzenkrankheiten. Drei Viertel aller transgener Pflanzen, die heute weltweit angebaut werden, sind tolerant gegen Breitbandherbizide⁸.

In Sachen Weizen am weitesten fortgeschritten ist ein herbizidresistenter Sommerweizen von Monsanto. Der sogenannte Roundup Ready Weizen ist gegen das hauseigene Breitbandherbizid Roundup Ready mit dem Wirkstoff Glyphosphat resistent⁹. Monsanto plant, im Sommer 2003 einen Antrag für den kommerziellen Anbau in Kanada zu stellen und hofft, ab 2005 ihren Roundup Ready Weizen dort anbauen zu können¹⁰.

Einen unmittelbaren Nutzen haben diese Pflanzen aber nur für Züchtungsunternehmen und LandwirtInnen. Erstere können nebst dem Pflanzenschutzmittel gleich das resistente Saatgut mitverkaufen und bringen die LandwirtInnen in eine gewisse Abhängigkeit¹¹. Die LandwirtInnen selbst können effizienter wirtschaften: Wenn alles funktioniert wie erhofft, sparen sie Zeit¹², Geld und kommen mit weniger Pflanzenschutzmitteln aus¹³. Den KonsumentInnen bringen die neuen Merkmale der gentechnisch veränderten Weizensorten der ersten Generation „nichts“¹⁴. Dies ist mit ein Grund, weshalb sie in Europa auf grosse Ablehnung stossen¹⁵.

Gentechnisch veränderte, herbizidresistente Weizensorten bringen nur wenig und wenigen Vorteile. Den KonsumentInnen nutzen diese gar nichts.

2.2.2 Zweite Generation

Die zweite Generation transgener Nutzpflanzen soll neu auch einen Mehrwert für KonsumentInnen bringen. Die Pflanzen und deren essbaren Teile „sollen gesünder, schmackhafter sein, manchmal sogar vor Krankheiten schützen oder Arzneimittelwirkstoffe produzieren“¹⁶. Diese zweite Generation bietet also durchaus Möglichkeiten, die neben ökonomischen auch gesellschaftliche und ökologische Mehrwerte erwarten lassen. Nachfolgend werden einige Möglichkeiten aufgelistet.

Resistenz gegen Pilzerkrankungen

Pilzerkrankungen treten häufig epidemisch in Weizenkulturen auf. Gegen Epidemien aus der Vergangenheit sind heute resistente Weizensorten im Handel erhältlich. Krankheiten, die über das Saatgut übertragen werden, kann mit Saatgutbeizung vorgebeugt werden. Hierzu sind Fungizide notwendig.

Echte Probleme bieten der Befall Ährenfusariosen. Sie verursachen Ernteausfälle bis zu 20 % und bilden Mykotoxine, welche die menschliche Gesundheit beeinträchtigen können¹⁷.

Die Gentechnologie verfolgt drei Ziele bei der Züchtung transgener, pilzresistenter Weizensorten:

⁸ TransGen 2003b; GED 2003

⁹ TransGen 2003b

¹⁰ GED 2003

¹¹ Schulte 1996: 574 erwähnt „eine Abhängigkeit von Firmen, die sowohl Saatgut als auch Pflanzenschutzmittel verkaufen“, die „nicht ausgeschlossen werden“ kann.

¹² Schulte 2000: 60

¹³ TransGen 2003f

¹⁴ TransGen 2003f

¹⁵ Vgl. dazu Kapitel 3.1.3 Absatzmarkt

¹⁶ TransGen 2003f listet kurz Forschungsziele bei einzelnen Pflanzen auf.

¹⁷ Vgl. dazu Kapitel 2.2.5 Mykotoxine, Abschnitt Fusarientoxine

- Den Einsatz von Fungiziden zu reduzieren,
- Ernteausfälle in der Landwirtschaft vorzubeugen, und
- Die Belastungen von Lebensmitteln mit Mykotoxinen zu reduzieren oder gar zu eliminieren.

Die Resistenz gegen die Pilzkrankungen kann technisch verschieden gelöst werden. Die hier vorgestellten drei Lösungsansätze stammen aus Labors, die ihre Wirkung in Hallen- und Freilandversuchen noch beweisen müssen.

Der erste Lösungsansatz versucht, pflanzliche oder bakterielle Proteine bzw. die Gene, die für diese Proteine kodieren, ins Genom von Weizen einzubauen, welche wichtige Bestandteile von Pilzen abbauen. So werden Weizenpflanzen in Zukunft vielleicht Chitase oder Glucanase synthetisieren, die Zellwände von Pilzen abbauen und den Pilz zerstören¹⁸.

Ein zweiter Ansatz testet sogenannte „antifungale“ Proteine. Solche Proteine werden bereits von verschiedenen Pflanzen gebildet und funktionieren als eine Art "Immunantwort" gegen Pilze¹⁹.

Die dritte Methode macht sich ebenfalls bekannte Abwehrreaktionen von Pflanzen zu Nutze. Ziel ist die Erhöhung der „hypersensitiven Reaktion“. Diese Reaktion erkennt den eindringenden Pilz als Feind und lässt die befallenen Zellen gezielt absterben. Man spricht von Apoptose, dem programmierter Zelltod mehrzelliger Organismen. Der parasytische Pilz, der auf die Nährstoffen der Wirtspflanze angewiesen ist, verhungert und stirbt mit den befallenen Pflanzenzellen ab²⁰. Ziel ist, die genetisch bedingte „hypersensitive Reaktion“ fremder Pflanzen in den Weizen zu transferieren und dort derart zu beschleunigen, dass der Weizen „resistent gegen Pilze“ wird²¹.

Pilzresistente Weizensorten werden „frühestens 2010“ auf den Markt kommen²².

In der Schweiz wird im Rahmen des Schwerpunktprogramm Biotechnologie des Schweizerischen Nationalfonds an gentechnisch veränderten Weizensorten geforscht, die Resistenzen gegen Pilzkrankheiten besitzen. An der Universität Zürich wird versucht, Resistenzen gegen Braunrost und Mehltau zu erreichen, an der ETH Zürich wurde ein stinkbrandresistenter Weizen, der sogenannte KP4-Weizen entwickelt²³.

Reduktion von Mykotoxinbelastungen

Viele Pilze benutzen Schäden von Frassinsekten als „Eintrittspforten“ in die Wirtspflanze²⁴ oder wachsen, wie im Fall von Blattläusen, zunächst auf deren nährstoffreichen Ausscheidungen²⁵.

Untersuchungen haben gezeigt, dass gentechnisch veränderte, schädlingsresistente Pflanzen auch deutlich geringere Mykotoxinbelastungen aufweisen. So wurden in Vergleichen festgestellt, dass Bt-Mais²⁶, der gegen den Maiszünsler resistent ist, insbesondere weniger von Fusarienpilzen befallen wird²⁷. Die Gehalte von Fumonisin lagen bei Bt-Mais etwa 40 % tiefer als beim herkömmlichen Mais. In Einzelfällen wurden sogar Reduktionen „um über 90%“ nachgewiesen²⁸. Die gesundheitliche Bedeutung von Fumonisin ist noch nicht abschliessend geklärt, die Verdachtsmomente wiegen aber schwer²⁹. In ähnlichen Versuchen wurden im Einzelfall auch um 75 % reduzierte Aflatoxinwerte gefunden³⁰. Diese Resultate können jedoch nicht Eins zu Eins auf den Weizen übertragen werden. Das Bt-Toxin wirkt sehr spezifisch gegen den Maiszünsler³¹, ein Insekt, das den Weizen nicht befällt.

¹⁸ TransGen 2003e

¹⁹ TransGen 2003e

²⁰ GSF 2003

²¹ TransGen 2003e

²² Biosicherheit 2003

²³ InterNutrition 2002

²⁴ Bodenmüller 2000: 24

²⁵ Schulte 1996: 437

²⁶ Syngenta 2003c: Bt-Mais synthetisiert Vorstufen des für die Maiszünslerraupe giftigen Bt-Toxins. Das Bt-Toxin selbst wird erst während der Verdauung aktiv. Die Eigenschaft, das Bt-Toxin zu synthetisieren wurde aus dem Bodenbakterium *Bacillus thuringiensis* übertragen.

²⁷ Syngenta 2003c

²⁸ Bodenmüller 2000: 27

²⁹ Vgl. dazu Kapitel 2.2.5 Mykotoxine, Abschnitt Fusarientoxine

³⁰ Bodenmüller 2000: 27

³¹ Syngenta 2003c

Syngenta entwickelte einen Weizen, der Fusarientoxine „entgiften“ kann. Der Weizen enthält neue Gene aus den eben diesen Fusarienpilzen, welche diese Entgiftung leisten. Wie effektiv die Entgiftung ist, kann noch nicht gesagt werden, da Freilandversuche noch ausstehen³².

Allergene Reaktionen

In Japan laufen zur Zeit Bestrebungen, sogenannte hypoallergene Reissorten zu entwickeln. Diese Reissorten synthetisieren gewisse Proteine nicht mehr, die im Verdacht stehen, spezifische allergische Reaktionen bei Menschen auszulösen. Der Durchbruch gelang bisher noch nicht³³.

In Deutschland laufen gemeinsame Forschungsaktivitäten des Bundesforschungsministerium und der Industrie im Umfang von € 3.25 Mio. über fünf Jahre³⁴. Ziel ist, für Zöliakiebetreffene³⁵ einen glutenfreien Weizen zu züchten. ZöliakiepatientInnen reagieren auf Gluten, den Klebereiweissen in vielen Getreidearten, mit zum Teil massiver Beeinträchtigung der Dünndarmaktivität. In der Folge ist die Nahrungsaufnahme stark reduziert³⁶. In Europa und in der Schweiz sind etwa 0.1 – 0.5 % der Bevölkerung von Zöliakie betroffen³⁷. der glutenfreie Weizen wird voraussichtlich „nicht vor 2015“ im Handel erhältlich sein³⁸. Zwei gegenläufige Thesen über die Marktchancen von glutenfreiem Weizen bestimmen heute die Diskussion. Wird der glutenfreie Weizen das erste gentechnisch veränderte Lebensmittel im Handel sein, stellt sich zum Ersten die Frage, ob die Anbieterseite damit die ganze Diskussion rund um Marktzulassung –eintritt zu schaffen, auf sich nehmen wollen und können. Im Gegensatz dazu steht die zweite These: gerade weil ein echter Bedarf bei KonsumentInnen besteht, wird der glutenfreie Weizen den Markteintritt schaffen. Stärkend kommt hinzu, dass die Akzeptanz gentechnisch hergestellter Medikamente, und als solche muss ein glutenfreier Weizen aufgrund seiner Anwendung beinahe gelten, viel höher ist als jene transgener Lebensmittel. 52 % befürworten die Anwendung der Gentechnologie, 30 % lehnen diese ab. Kann mit Hilfe der Gentechnologie die Lebensqualität von PatientInnen verbessert werden, befürworten sogar 72 % der Befragten diese Anwendung, während 19 % dies ablehnen³⁹.

Der Bedarf nach glutenfreiem Weizen bei zöliakiekranken Menschen ist unbestritten. Zudem ist die Akzeptanz von gentechnisch veränderten Lebensmittel, welche die Lebensqualität von PatientInnen verbessern, in der gesamten Bevölkerung sehr hoch.

Es ist jedoch fraglich, ob sich der Aufwand lohnt, für eine sehr kleine Zielgruppe den Aufwand zu betreiben und gentechnisch veränderte Lebensmittel auf den Markt zu bringen, die frühestens 2015 verfügbar sein werden.

³² Biosicherheit 2003; Foodline 2003

³³ TransGen 2003g

³⁴ Drews 1998

³⁵ Bei Kindern spricht man von Zöliakie, bei Erwachsenen von Sprue

³⁶ Zöliakie Schweiz 2003

³⁷ Zöliakie Schweiz 2003 (Angaben für die Schweiz: 0.5 %); TransGen 2003g (Angaben für Deutschland: 0.1 %); Zöliakie Deutschland 2003 (Angaben für Deutschland: 0.1 – 0.5 %)

³⁸ TransGen 2003g

³⁹ GfS 2003: 19-20

2.2.3 Freisetzungsversuche

Inzwischen sind die technischen Probleme, fremde Gene ins Erbgut von Weizen einzubauen, gelöst und einige Freisetzungsversuche bereits bewilligt und durchgeführt worden: rund 250 in den USA, 23 in der EU und in Kanada alleine im Jahr 2001 deren 59⁴⁰.

Der von Syngenta entwickelte Weizen, der Mykotoxine entgiften kann⁴¹, sollte im Frühjahr 2003 erstmals im Feld getestet werden. Der Versuch in Friemar, Thüringen, wurde von den Behörden bewilligt, musste aber kurz vor der Aussaat abgebrochen werden. UmweltaktivistInnen hatten Bioweizen auf dem Versuchsfeld gesät⁴².

In der Schweiz wurden bisher keine Freisetzungsversuche bewilligt, weder mit gentechnisch veränderten Weizensorten noch mit anderen gentechnisch veränderten Organismen (GVO). Zuletzt hat das Bundesgericht am 12. März 2003 einer Verwaltungsgerichtsbeschwerde von GegnerInnen des Freisetzungsversuchs der ETH Zürich mit stinkbrandresistentem KP4-Weizen aufschiebende Wirkung zuerkannt. Vorher hatten erst die Gesuchstellerin gegen den negativen Entscheid des BUWAL, später die GegnerInnen gegen den erfolgreichen Rekurs der ETH Beschwerde gegen die vorangegangenen Entscheide eingereicht⁴³.

2.3 Anbau und Ernte

2.3.1 Ertragserwartung

Mehrerträge sind in erster Linie interessant für die ProduzentInnen⁴⁴. Ein grosser Teil des landwirtschaftlichen Einkommens hängt davon ab. Schafft es die Gentechnologie, transgene Weizensorten zu entwickeln, die Mehrerträge abwerfen, könnte also auf Seiten der LandwirtInnen durchaus Bedarf danach bestehen.

Inwiefern Ertragssteigerungen aus volkswirtschaftlicher Sicht oder zur strategischen Selbstversorgung wünschenswert sind, kann hier nicht abschliessend diskutiert werden. Die Selbstversorgung von Brotweizen in der Schweiz lag 2002 bei 89 %. Noch zu Beginn der 1990er Jahre lag sie bei 118 %⁴⁵.

Die biologische Landwirtschaft und IP-Suisse verbieten den Anbau von transgenen Kulturpflanzen⁴⁶. Im konventionellen Anbau wäre der Anbau von transgenen Weizensorten möglich, zugelassen ist er in der Schweiz aber nicht.

Sollten Ertragssteigerungen zum Ziel haben, die Selbstversorgungsrate auf Eins zu heben, ist dies auch ohne ertragsreichere transgene Weizensorten möglich: Die Schweiz hatte noch 1990/92 eine Selbstversorgungsrate von 1.18 für Brotgetreide⁴⁷. Diese ist aufgrund sinkender Preise und Erlöse zurückgegangen, hingegen haben Anbauflächen von Futtergetreide für die Tiermast zugenommen⁴⁸. Der Fleischkonsum in der Schweiz ist aber stark rückläufig: waren es 1999/92 noch 58 kg, wurden 2001 51 kg pro Kopf und Jahr verzehrt⁴⁹. Es ist durchaus denkbar, dass, gekoppelt mit preisstützenden Massnahmen, die Anbauflächen für Weichweizen wieder zunehmen werden.

Ein zukunftsgerichtetes Szenario, transgenen Weizen mit „einer allgemeinen Resistenz gegen Pilzkrankheiten“, in der Schweiz anzubauen, brachte unterschiedliche Resultate. Auf der einen Seite werden Kosten und Arbeit für Fungizideinsätze eingespart, auf der anderen Seite ist der

⁴⁰ TransGen 2003b; GED 2003

⁴¹ Vgl. dazu Kapitel 2.12 Wissenschaftliche Forschung mit transgenem Weizen, Abschnitt Zweite Generation

⁴² Foodline

⁴³ Zusammenfassend nachzulesen bei: SAG 2003; IPW 2003

⁴⁴ Winzeler 2003

⁴⁵ BLW 2002c: A13

⁴⁶ BIO 2003a: 7; IP 2003

⁴⁷ BLW 2002c: A13

⁴⁸ BLW 2002c: 160

⁴⁹ BLW 2002c: A10

erwartete Mehrertrag für den konventionellen Betrieb gleich Null⁵⁰. Unter der Annahme, der IP-S-Betrieb dürfe transgenen Weizen anbauen, wird ein Mehrertrag von 6 % prognostiziert.⁵¹

Ertragssteigerungen sind aus betriebsökonomischer Sicht für LandwirtInnen interessant. Transgene, pilzresistente Weizensorten bringen voraussichtlich aber keinen Mehrertrag.

2.3.2 Ackerbegleitflora

Die Ackerbegleitflora, auch Ackerunkräuter oder Ackermittkräuter genannt, sind aus Sicht der LandwirtInnen diejenigen Pflanzen, welche die Entwicklung der Kulturpflanzen beeinträchtigen und die Ernte gefährden können. Die Ackerbegleitflora besteht meist aus wilden Kräutern und Gräsern, aber auch Kulturpflanzen der Vorfrucht. Im Weizenanbau spielt die Ackerbegleitflora in zwei Phasen eine wichtige Rolle.

Bei der Keimung und beim Wachstum verringern sie die Konkurrenzkraft des Weizens. Das Saatgut wird auf nackten Boden gesät. Die Aussaat erfolgt entweder auf gepflügten und geeegten Boden oder im Direktsaatverfahren ohne Bodenbearbeitung auf die Stoppeln der Vorfrucht. Mit dem Weizen wächst auch die Ackerbegleitflora und konkurrenziert vor allem um Licht und Raum, weniger stark um Wasser und Nährstoffe.

Bei der Ernte wird auch die Ackerbegleitflora abgemäht. Die Samen der Ackerbegleitflora verunreinigen das Erntegut. Dies kann einerseits zu einer Abwertung des Ernteguts führen, wobei die LandwirtInnen einen tieferen Erlös für ihre Ernte erhält. Andererseits können feuchte Samen der Ackerbegleitflora eine intensivere Trocknung des Ernteguts erfordern oder Pilzbefall bei der Lagerung zur Folge haben⁵².

Die Ackerbegleitflora kann chemisch (Herbizide), mechanisch (jäten von Hand oder maschinell striegeln und hacken) oder thermisch (Abflammen vor dem Keimen des Weizens oder in Streifen nach der Keimung) bekämpft werden⁵³.

Aus Sicht der KonsumentInnen und der Nahrungsmittelqualität ist es wünschenswert, den Einsatz der drei Pflanzenschutzmittelklassen Fungizide, Insektizide und Herbizide auf ein Minimum zu reduzieren. Dies gilt für die Landwirtschaft als Ganzes, unabhängig von Kultur, Anbausystem oder Varianten.

Zur Zeit sind aber keine transgenen Weizensorten auf dem Markt, die den Einsatz von Herbiziden im Weizenanbau verringern könnten. Langjährige Felderfahrungen mit anderen Kulturpflanzen, die Resistenzen aufweisen, lassen den Schluss zu, dass keine Pflanzenschutzmittel eingespart werden können. So treten etwa bei herbizidresistenten Kulturpflanzen zunehmend auch Resistenzen bei der Ackerbegleitflora auf, so dass „sogar etwas mehr Pestizide [Herbizide] als zuvor eingesetzt werden“⁵⁴ müssen.

Herbizidresistente Weizensorten garantieren keine Reduktion beim Einsatz von Herbiziden.

⁵⁰ Schulte 1996: 549; Öko-Institut 1999: „... durch den Anbau gentechnisch veränderter Nutzpflanzen keine höheren Erträge erzielt ...“

⁵¹ Schulte 1996: 549

⁵² Syngenta 2002

⁵³ Syngenta 2002

⁵⁴ Müller 2002: Zusammenfassung; Schulte 1996: 574 spricht bei transgener, herbizidresistenter Baumwolle von einem „Mehrverbrauch von Herbiziden“, der „nicht ausgeschlossen werden“ kann.

2.3.3 Schadinsekten

Blattläuse

Blattläuse schädigen Pflanzen durch Saftentzug an allen oberirdischen Pflanzenteilen. Beim Weizen ist besonders der Saftentzug an der Ähre von Bedeutung und kann zu geringeren Erträgen führen⁵⁵. Weiter besteht die Möglichkeit, dass sich Pilze auf und an den kohlenhydratreichen Ausscheidungen der Blattläuse ansiedeln, sich dort vermehren und eine bereits geschwächte Pflanze befallen⁵⁶.

Blattläuse können indirekt und direkt bekämpft werden. Die direkte Bekämpfung erfolgt mit dem gezielten Ansiedeln von Räubern oder „nützlingsschonenden“ Insektiziden. Indirekt können Nützlinge gefördert werden, indem z. B. Hecken stehen gelassen oder neu angepflanzt werden, wo die Nützlinge Lebensraum finden⁵⁷.

Getreidehähnchen

Die Larven des Getreidehähnchens (*Oulema melanopus* und *Oulema lichenis*) verursachen den sogenannten Fensterfrass in den Blättern von Getreidekulturen⁵⁸. Die Blätter verfärben sich und die Pflanze kann weniger Photosynthese leisten. Das Getreidehähnchen hat seit der Intensivierung des Getreidebaus in den 1970er Jahren zugenommen. Die Schäden durch einen Befall der Kultur mit Getreidehähnchen haben selten Ernteverluste über 10 % zur Folge⁵⁹.

Getreidehähnchen können indirekt mit einer reduzierten Stickstoffdüngung, der Pflege von Hecken und der Förderung von Räubern wie Marienkäfer, Laufkäfern und Schlupfwespen bekämpft werden. Eine direkte Bekämpfung mit Insektiziden ist nur nach dem Erreichen einer bestimmten Befallsschwelle mit bewilligten Insektiziden erlaubt⁶⁰.

Nematoden

Nematoden sind parasitäre Fadenwürmer mit Generationszyklen, die unterschiedliche Wirte, Pflanzen, Tiere und Menschen, befallen. Im Getreidebau ist vor allem die Hafernematode Getreidezystenähnchen von Bedeutung, allerdings erst seit der Intensivierung des Getreidebaus und in stark getreidelastigen Fruchtfolgen.

Starker Nematodenbefall kann „lokal zu einem wichtigen Problem“ werden und Ernteeinbussen von 30 – 50 % bewirken⁶¹.

Hafernematoden können sinnvoll nur indirekt bekämpft werden. Befallshemmende Fruchtfolgen, eine zurückhaltende mineralische N-Düngung, Gründüngung und das Ausbringen und Unterpflügen von Stroh hemmen die Nematoden. Eine direkte Bekämpfung ist wirtschaftlich nicht lohnend.⁶²

⁵⁵ Schulte 1996: 437; Syngenta 2003b

⁵⁶ Schulte 1996: 437

⁵⁷ Schulte 1996: 437; Syngenta 2003b

⁵⁸ Syngenta 2003b

⁵⁹ Schulte 1996: 437

⁶⁰ Schulte 1996: 437

⁶¹ Schulte 1996: 437

⁶² Schulte 1996: 437

Fritfliege

Die Larven der Fritfliege (*Oscinella frit*) ernähren sich von den Getreidepflanzen. Häufig sind als Folge von Frassschäden an der Blattbasis Fäulnissymptome zu sehen.

Indirekt können die Larven der Fritfliege mit schnell wirksamen N-Düngern gehemmt werden, da die Pflanze schneller wächst und erstarkt. Zur direkten Bekämpfung stehen Insektizide zur Verfügung oder das Saatgut kann gebeizt werden⁶³.

Schadinsekten verursachen nur geringe Schäden in Weizenkulturen. Diesen kann mit der Förderung von Räubern vorgebeugt werden. Einzig Nematoden können lokal zu Problemen führen. Hier sind jedoch keine gentechnologischen Ansätze bekannt.

2.3.4 Krankheiten

Verschiedene von Pilzen verursachte Krankheiten führen in Weizenkulturen immer wieder zu Problemen. Folgen sind Ernteeinbussen und teilweise die Bildung von giftigen Ausscheidungen der Pilze.

Nicht beurteilt werden können hier die Interaktionen zwischen den verschiedenartigen Pilzen. So muss offen bleiben, wie sich die Pilze bei Befall oder Wachstum gegenseitig konkurrenzieren oder mit der Bildung spezifischer ökologischer Nischen auch fördern.

Rostkrankheiten

Die bekannten Rostkrankheiten in der Schweiz sind Braunrost, Gelbrost und Schwarzrost. Pilze der Gattung *Puccinia*, welche diese Rostkrankheiten auslösen, befallen den Weizen im Feld. Häufig tritt der Befall in Form von Epidemien auf. So waren in den 1960er Jahren der Gelbrost ein grosses Problem, in den 1980ern dann der Braunrost. Der Pilz kann im Feld mit Fungiziden bekämpft werden oder es werden resistente Sorten angebaut, die heute aus traditioneller Züchtung zur Verfügung stehen⁶⁴.

Braunrost kann Ernteauffälle bis zu 30 % verursachen. Zur indirekten Bekämpfung wird eine ausgewogene und wenig intensive Düngung empfohlen. Heute stehen zehn resistente Sorten zur Auswahl⁶⁵.

Gelbrost wächst vor allem in milden und feuchten Anbaugebieten und kann Ernteeinbussen bis zu 50 % zur Folge haben. Vorbeugend kann der Befall mit nicht zu dichter Saat und zurückhaltender N-Düngung vermindert werden. Allerdings existieren resistente und zugelassene Sorten in der Schweiz⁶⁶.

Schwarzrost befällt vor allem den Sommerweizen in wärmeren Gebieten. Dort kann er Ernteauffälle von bis zu 50 % bewirken. Indirekt bekämpft werden kann Schwarzrost indem nicht zu dicht gesät und mässig mit Stickstoff gedüngt wird. Gegen Schwarzrost sind aber auch resistente Sorten verfügbar⁶⁷.

Brandkrankheiten

Die in der Schweiz bedeutsamen Brandkrankheiten sind Flugbrand und Stinkbrand. Beide werden mit Pilzsporen verseuchtem Saatgut auf die Felder geschleppt⁶⁸, wo sie zum Teil bedeutende Ernteeinbussen verursachen können. Resistente Sorten fehlen bis anhin, einzig die Beizung des Saatguts mit Fungiziden hilft, die Pilze zu bekämpfen.

⁶³ Syngenta 2003b

⁶⁴ Winzeler 2003

⁶⁵ Schulte 1996: 434

⁶⁶ Schulte 1996: 436

⁶⁷ Schulte 1996: 436-437

⁶⁸ Winzeler 2003

Stinkbrand (*Tilletia tritici*) kann Ernteauffälle bis 50 % in sämtlichen Anbaugebieten verursachen. Heute tritt Stinkbrand allerdings nicht mehr auf. Die direkte Bekämpfung mittels Beizung des Saatguts hat den Stinkbrand verdrängt⁶⁹. Die ETH Zürich entwickelte mit gentechnischen Methoden einen stinkbrandresistenten Sommerweizen: das KP4-Gen aus Viren wurde in das Genom des Weizens eingebaut. Dieses Virengen kodiert für ein pilzhemmendes Protein⁷⁰. Im geschlossenen System von Gewächshäusern wurden transgene, stinkbrandresistente Pflanzen und traditionelle mit Stinkbrand infiziert. Der Vergleich zeigte einzig beim Tausendkorngewicht signifikante Unterschiede zwischen den beiden Sorten. Die resistenten Weizenkörner wogen im Mittel 6 % mehr als diejenigen des traditionellen Typs⁷¹. Dies, obwohl die resistenten Weizenpflanzen stärker mit Stinkbrand befallen waren als die nicht resistenten, traditionellen Sorten. Letzterer Unterschied war statistisch jedoch nicht signifikant und bei früheren Versuchen genau umgekehrt ausgefallen⁷². Freisetzungsversuche mit diesem KP4-Weizen stehen noch aus. Der Freisetzungsversuch wurde zwar bewilligt, einer Verwaltungsgerichtsbeschwerde jedoch aufschiebende Wirkung zuerkannt, so dass auf den Versuch für dieses Jahr verzichtet werden musste⁷³. Flugbrand ist nur für Saatgutproduzenten von Bedeutung. Ein Befall kann zur Aberkennung des Saatguts führen⁷⁴.

Spelzenbräune

Der Spelzenbräune verursachende Pilz wächst im Boden wie auf den Ähren von Weizen. Hohe Feuchtigkeit im Boden und der Einsatz von Halmverkürzern begünstigen den Ährenbefall⁷⁵. Dieser wirkt sich ertragsmindernd aus.

Der Spelzenbräune kann mit nicht zu dichtem Säen und zurückhaltender Stickstoffdüngung vorgebeugt werden. Zudem sind resistente Sommer- wie Winterweizensorten in der Schweiz vorhanden⁷⁶.

Halmbruch

Halmbruch ist eine Pilzkrankheit, die hauptsächlich Wintergetreide befällt. Der Pilz kann mehrere Jahre auf infizierten Stoppeln der Vorfrüchte überdauern. Man spricht deshalb von einer „typischen Fruchtfolgekrankheit“. Befallen werden die Halme, wo der Pilz ein watteartiges Mycel ausbildet, so dass die Halme knicken können.

Bei Befall wird vermehrt eine dreijährige Pause zwischen anfälligen Getreidearten empfohlen und weniger der Einsatz von Fungiziden. Letztere können chemisch nicht bekämpfbare Fusskrankheiten wie den Scharfen Augenfleck fördern. Heute sind wenige Sommer- und einige Wintergetreidesorten vorhanden, auch für Weizen⁷⁷.

Echter Mehltau

Der echte (*Erysiphe graminis*) Mehltau, sehr bedeutsam im Rebbau, kann auch in befallenen Weizenkulturen Ertragseinbussen bis über 10 % bewirken. Der Mehltau liebt Wärme, hohe Luftfeuchtigkeit und hohe Stickstoffgehalte in den Blättern der Wirtspflanze. Auf den Blättern bilden sich weissliche Polster, die das Blatt so stark schädigen können, dass es abfällt⁷⁸. Befallen werden sämtliche Getreidearten, Wildgräser, nicht aber der Mais.

Verletzungen von sowie Verbrennungen an Blättern nach Herbizideinsätzen bilden „Eintrittspforten“ für den Mehltau und fördern den Befall der Pflanze.

⁶⁹ Schulte 1996: 436

⁷⁰ BUWAL 2000

⁷¹ FAL 2001: 12

⁷² FAL 2000: 13

⁷³ Vgl. dazu Kapitel 2.1.2 Wissenschaftliche Forschung mit transgenem Weizen, Abschnitt Freisetzungsversuche

⁷⁴ Schulte 1996: 436

⁷⁵ Wyss 2003: 2

⁷⁶ Schulte 1996: 434-435

⁷⁷ Schulte 1996: 435

⁷⁸ Syngenta 2003b

Zur direkten Bekämpfung können Fungizide gespritzt werden. Vorbeugend wirken eine ausgewogene Stickstoffdüngung, nicht zu dichtes säen sowie kein oder ein reduzierter Einsatz von Halmverkürzen. In der Schweiz sind resistente Weizensorten erhältlich⁷⁹.

Schneeschnimmel

Schneeschnimmel kommt, wie es der Name vermuten lässt, hauptsächlich in schneereichen Gebieten vor. Ist das Saatgut bereits verseucht, können auch schneefreie Lagen betroffen sein. Betroffen sind Winterweizensorten, die im Herbst gesät und im Frühsommer geerntet werden. Bei Befall bilden sich Lücken im Bestand, die bis zu einem Totalausfall von Kultur und Ernte führen können.

Mit gebeiztem Saatgut kann ein Befall des Pilzes direkt bekämpft werden. Der Pilz überdauert jedoch nicht nur im Saatgut sondern auch in verseuchten Böden. Resistente Sorten sind keine bekannt. Vorbeugend wirken eine geeignete Fruchtfolge (nicht Winterweizen auf Winterweizen) sowie eine nicht zu dichte Saat.⁸⁰

Schwarzbeinigkeit

Die Schwarzbeinigkeit ist wie der Halmbruch eine typische Fruchtfolgekrankheit. In der Schweiz tritt sie jedoch nur selten auf, Weizen ist jedoch am stärksten Befallen. Bei starkem Befall können 30 % weniger geerntet werden.

Direkte Mittel stehen keine zur Verfügung gegen die Schwarzbeinigkeit, indirekt wirkt nur eine geeignete Fruchtfolge⁸¹.

Scharfer Augenfleck

Der Scharfe Augenfleck ist zwar weltweit verbreitet, richtet in der Schweiz aber „nur geringe Schäden“ an. Trotzdem ist in der Schweiz seine Bedeutung zunehmend. Der Pilz lebt saprophytisch im Boden und kann jahrelang überdauern.

Direkte Bekämpfung ist keine bekannt. Zur Eindämmung hilft einzig das Fördern einer guten Bodenstruktur. Zudem fördert die Fungizidbehandlung bei Halmbruch den Scharfen Augenfleck.

Ährenfusariosen

Ährenfusariosen sind Pilze, die in mehrerer Hinsicht von Bedeutung sind. Erstens kann ein starker Befall auf dem Feld Ernteeinbussen von bis zu 20 % bewirken⁸². Befallene Körner wirken schrumpelig („Schmactkörner“), und befallene Ähren bilden keine Körner („Taubährigkeit“)⁸³. Zweitens zeigen befallene Körner, die als Saatgut verwendet werden, eine reduzierte Keimfähigkeit. Drittens können mit Mykotoxinen verseuchte Körner die Backqualität von Mehlen beeinträchtigen, oder bei Gerste die Brauqualität verringern⁸⁴. Viertens sind die Mykotoxine von Fusarienpilzen stark toxisch für Mensch und Tier⁸⁵.

Fusariosen wachsen gerne bei hoher Feuchtigkeit und bilden bei Winterweizen sogenannte Auswinterungsschäden: hoher Befall bei ungefrorenem aber schneebedecktem Boden. Auf einmal verseuchten Körner können die Pilze aber auch bei zu feuchter Lagerung mit Wassergehalten des Ernteguts von über 14 % weiter wachsen und Toxine bilden⁸⁶.

⁷⁹ Schulte 1996: 435

⁸⁰ Schulte 1996: 435-436

⁸¹ Schulte 1996: 436

⁸² Schulte 1996: 436; Engelhardt 2001 hält jedoch fest, dass „ein Fusarienbefall von Getreide nicht unbedingt mit einer Ertragsminderung einhergehen“ muss.

⁸³ Engelhardt

⁸⁴ LfL 2000: 6

⁸⁵ Vgl. dazu Kapitel 2.2.5 Mykotoxine, Abschnitt Fusarientoxine

⁸⁶ Engelhardt 2001; LfL 2000: 6; Wyss 2003: 2

Vorbeugenden Schutz vor Ährenfusariosenbefall wirkt eine nicht zu dichte Saat, zurückhaltende N-Düngung und eine gute Versorgung mit Kalium. Direkte Bekämpfung mit Fungiziden auf dem Feld ist nur „unvollständig“ wirksam. Gegen eine Weitergabe mit befallenem Saatgut hilft das Beizen⁸⁷.

Gegen Rostkrankheiten existieren resistente Weizensorten. Brandkrankheiten wird mit Saatgutbeizung erfolgreich vorgebeugt. Bei Befall werden Fungizide eingesetzt. Resistente Sorten sind keine verfügbar. Gegen Spelzenbräune, Halmbruch und den Echten Mehltau sind resistente Sorten im Handel. Schneeschimmel kann nicht mit resistenten Sorten vorgebeugt werden, es sind keine Resistenzen bekannt. Hier ist zu überlegen, in gefährdeten und ungeeigneten Lagen auf den Anbau zu verzichten. Gegen Schwarzbeinigkeit stehen keine Mittel zur Verfügung, die Krankheit ist jedoch selten. Scharfer Augenfleck kann ebenfalls nicht bekämpft werden. Er fügt jedoch nur geringe Schäden an. Ährenfusariosen verursachen Ernteaufälle bis zu 20 %. Zudem können die gebildeten Mykotoxine in Lebens- und Futtermitteln Probleme für die Gesundheit darstellen. Traditionelle Methoden bieten bisher nur unzureichenden Schutz gegen Ährenfusariosen.

2.3.5 Mykotoxine

Mykotoxine sind sekundäre Stoffwechselprodukte von Schimmelpilzen⁸⁸. Getreidearten werden häufig von verschiedenen Pilzen befallen, die sehr spezifisch wirken. Sie befallen die Pflanzen in verschiedenen Wachstumsstadien oder später bei der Lagerung der Körner. Häufig nutzen die Pilze Frassschäden von Insekten als Eintrittspforten in die Pflanzen⁸⁹. Einige Pilze verursachen Ernteaufälle, die meisten produzieren während ihrem Wachstum Mykotoxine. Diese wehren in erster Linie Frassfeinde und Konkurrenten ab, sind aber auch für Nutztiere und Menschen giftig.

Die konventionelle Landwirtschaft bekämpft den Pilzbefall mit Fungiziden. Bei der Integrierten Produktion in der Schweiz und im Biolandbau sind Fungizide verboten. Hier werden mit geeigneten Fruchtfolgen und Massnahmen zur Steigerung der natürlichen Abwehrkräfte der Pflanze oder der Förderung von Nützlingen versucht, Pilzbefall vorzubeugen⁹⁰. Bei Pilzbefall dürfen einzig Schwefel- und anorganische Kupferpräparate eingesetzt werden⁹⁰.

Die Wechselwirkungen der verschiedenen Stoffe im menschlichen Körper kann hier nicht toxikologisch beurteilt werden. Dieses Wissen wäre zwar wichtig, da die Mykotoxine mit der Nahrung alle gleichzeitig aufgenommen werden. Leider stehen dazu aber keine abschliessenden Publikationen zur Verfügung.

In der Folge werden die bedeutendsten Pilzarten mit ihren wichtigsten Auswirkungen für die menschliche Ernährung dargestellt.

Aflatoxine

Aflatoxine sind die ersten Mykotoxine, die entdeckt worden sind. Dies war in den 1960er Jahren. Seither wurde eine Vielzahl von weiteren Mykotoxinen entdeckt und die bekannten erforscht.

Aflatoxine sind eine ganze Gruppe von Toxinen, die nebst allen Getreidearten auch Mais, Nüsse, Reis, Hirse und Ackerbohnen befällt. Die Toxine werden im Feld an der Frucht wie bei der Lagerung gebildet. Aflatoxin B₁ ist das bekannteste und berüchtigste Aflatoxin. Es weist

⁸⁷ Schulte 1996: 436

⁸⁸ LfL 2000: 1

⁸⁹ Bodenmüller 2000: 24

⁹⁰ Bodenmüller 2000: 24

eine sehr hohe akute Toxizität auf. Bereits kleinste Mengen rufen schwere Leberschäden hervor und es ist eine der stärksten bekannten krebserregenden Substanzen⁹¹.

Trotz ihrer zum Teil sehr hohen Toxizität bereiten Aflatoxine in der Landwirtschaft in der Schweiz und in der EU keine Probleme, viel mehr werden Aflatoxine „importiert“⁹². Die Aflatoxine bildenden Pilze *Aspergillus flavus* und *Aspergillus parasiticus* kommen zwar weltweit vor, spielen aber nur in subtropischen und tropischen Regionen eine wichtige Rolle, wo sie bei Temperaturen von 25 – 40 °C die Toxine erst bilden können⁹³.

Diese Hitzetoleranz ist ein Grund, weshalb Aflatoxine durch noch höhere Temperaturen beim Kochen oder Braten nicht zerstört werden⁹⁴.

In der EU gelten für Aflatoxine, für einzelne Aflatoxine oder die Summe mehrerer, Höchstwerte von 0.01 – 0.05 µg/kg in Lebensmitteln und 20 – 50 µg/kg in Futtermitteln, je nach Aflatoxin⁹⁵. In der Schweiz liegt der Grenzwert für Lebensmittel für das hoch toxische Aflatoxin B₁ bei 2 µg/kg und 4 µg/kg für die Summe mehrerer Aflatoxine⁹⁶.

Aflatoxin B1 schädigt die Leber stark und ist eine der bekanntesten krebserregenden Substanzen.

Aflatoxine werden erst bei relativ hohen Umgebungstemperaturen gebildet, spielen also nur in warmen Gegenden eine bedeutende Rolle. Aflatoxine in Schweizer Lebensmitteln werden importiert.

Ochratoxine

Ochratoxine werden neben anderen *Aspergillus*- und *Penicillium*-Arten vom Schimmelpilz *Aspergillus ochraceus* synthetisiert⁹⁷. Das häufigste und wichtigste Toxin ist das Ochratoxin A (OTA). Es wird immer in Kombination mit anderen Ochratoxinen gebildet und tritt in Kulturen wie in Lagersilos auf. Neben Weizen leiden weitere Nahrungsmittel aus anderen Getreidearten, Mais und Nüssen unter Ochratoxinbelastungen⁹⁸.

OTA wirkt akut nieren- und leberschädigend und steht aufgrund krebserregender Wirkungen bei Versuchstieren im Verdacht, beim Menschen chronisch krebserregend zu wirken⁹⁹. Die akut toxische Wirkung ist allerdings nicht sehr stark.

OTA wird erst ab Temperaturen von 21 °C gebildet und ist daher nur in wärmeren Regionen ein Problem in Nahrungsmitteln. Der Befall mit Schimmelpilzen und damit die potentielle Bildung von OTA wird durch ungünstige Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen bei Ernte, Trocknung, Verarbeitung, Transport und Lagerung begünstigt¹⁰⁰. Durch geeignete Verarbeitungs- Transport- und Lagertechnologie sind Belastungen von Lebensmitteln mit OTA weitgehend vermeidbar¹⁰¹.

Wie Aflatoxine ist auch OTA hitzebeständig und wird beim Kochen oder Braten nicht zerstört¹⁰². Trotz den Möglichkeiten, OTA-Belastungen zu reduzieren, gelten empfehlende Grenzwerte in Deutschland. So soll die tägliche Aufnahme von OTA nicht mehr als 3 µg/kg Körpergewicht und Tag betragen¹⁰³.

In einer gross angelegten Studie in Deutschland wurden insgesamt 6'476 Lebensmittelproben in den Jahren 1995 bis 1998 untersucht und die aufgenommenen Mengen an OTA abgeschätzt. Die durchschnittlich aufgenommene Menge OTA wurde mit 0.5 ng/kg Körpergewicht und Tag berechnet. Parallel dazu wurden Blutseren von KonsumentInnen untersucht. Der gefundene Mittelwert lag mit 0.46 ng/kg Körpergewicht und Tag erstaunlich nah an den Berechnungen zur täglichen Aufnahme. Die maximal empfohlene OTA-

⁹¹ Engelhardt 2001

⁹² LfL 2000: 4; Engelhardt 2001

⁹³ Engelhardt 2001; LfL 2000: 4

⁹⁴ TransGen 2003d

⁹⁵ LfL 2000: 5

⁹⁶ FIV 2002: 124

⁹⁷ Engelhardt 2001

⁹⁸ LfL 2000: 5

⁹⁹ TransGen 2003d; LfL 2000: 5; Engelhardt 2001 schreibt OTA eine „karzinogene und genotoxische“ Wirkung zu.

¹⁰⁰ Wyss 2003: 2 empfiehlt Lagertemperaturen unter 17 °C.

¹⁰¹ Engelhardt 2001

¹⁰² Engelhardt 2001

¹⁰³ Engelhardt 2001; Wyss 2003: 2

Aufnahmemenge von 5 ng pro Kilogramm Körpergewicht und Tag wird im Durchschnitt nur zu etwa zehn Prozent ausgelastet¹⁰⁴.

In der Schweiz wurden im vergangenen Jahr 11 Getreide- und 30 Mehlproben aus dem In- und Ausland analysiert. Hierbei wurde der vorgegebene Grenzwert an OTA von 0.005 mg/kg¹⁰⁵ Trockenmasse für Lebensmittel in keiner der Mehlproben überschritten. Einzig in ausländischen Getreidechargen wurden höhere Werte gemessen. Überhaupt wurden in importiertem Getreide und Getreideprodukten deutlich höhere OTA-Werte nachgewiesen als in inländischen. Gesamthaft beurteilt stellt Ochratoxin „keine Gesundheitsgefährdung dar.“¹⁰⁶

Ochratoxin A (OTA) wirkt akut nieren- und leberschädigend und ist vermutlich krebserregend.

OTA ist nur in wärmeren Regionen ein Problem, kommt aber in vielen importierten Getreiden vor. Der Richtwert zur täglichen Aufnahme von Ochratoxin A wird eingehalten.

Schweizer Getreide überschreitet den gesetzlichen Grenzwert nicht.

Mit geeigneter Lager- und Verarbeitungstechnik können Ochratoxinbelastungen von Weizenprodukten weiter reduziert werden.

Fusariantoxine

Fusarien oder Fusariosen sind typische Feldpilze und befallen insbesondere die Keimlinge von Getreide und Mais¹⁰⁷. Am häufigsten befallen werden Weizen, Roggen und Hafer¹⁰⁸. Bei zu feuchter Lagerung treten Fusarien auch bei der Lagerung auf¹⁰⁹.

Fusarienbefall bedeutet nicht unbedingt eine Ertragsminderung¹¹⁰. Viel bedeutender sind die gebildeten Mykotoxine. Heute sind etwa deren 100 bekannt. Aufgrund ihrer chemischen Eigenschaften werden die Fusariantoxine in drei grosse Klassen eingeteilt: Trichothecene, Fumonisine und Zearalenon. Für alle drei Klassen gilt, dass diese grundsätzlich weniger giftig sind als Aflatoxine oder Ochratoxine¹¹¹.

Trichothecene wirken in erster Linie zellschädigend. Sie greifen zuerst die Haut und den Verdauungstrakt an, später auch das Nervensystem und beeinträchtigt die Blutbildung. Akute Wirkungen beim Menschen sind Erbrechen, Durchfall und Hautreaktionen¹¹². Die beiden häufigsten Trichothecene Nivalenol und Deoxynivalenol (DON) werden von der International Agency for Research in Cancer (IARC) „als nicht krebserzeugend eingestuft“¹¹³. Der Toleranzwert für DON in Getreide beträgt in der Schweiz 1 mg/kg Trockenmasse¹¹⁴. Dieser Wert wird hauptsächlich von importierten und gelagerten Getreidearten überschritten. Insbesondere Weizen aus den USA überschritt bei fünf Stichproben den Grenzwert immer, zum Teil um ein Mehrfaches¹¹⁵. Ein Vergleich zwischen 237 biologischen und konventionellen Lebensmitteln zeigt trotz des Fungizidverbots in der biologischen Landwirtschaft tiefere DON-Werte in Biolebensmitteln¹¹⁶.

Fumonisine werden hauptsächlich in Maisprodukten gefunden und greifen in die Fettsynthese einzelner Zellen ein. Erkrankungen als Folge von chronischen oder akuten Fumonisinvergiftungen sind nur zum Teil wissenschaftlich belegt. Häufig bestehen erst Verdachtsmomente, so etwa bei einer tödlichen Gehirnerkrankung von Pferden, Lungenwasser bei Schweinen oder Leberkrebs bei Ratten. Zur Diskussion stehen auch hohe Fumonisinkonzentrationen in Mais als Ursache für Speiseröhrenkrebs in Teilgebieten

¹⁰⁴ Engelhardt 2001

¹⁰⁵ FIV 2002: 125; Für Säuglings- und Kindernahrung gilt ein zehn Mal tieferer Grenzwert (0.0005 mg/kg Trockenmasse), für Dörrobst und Gewürze ein vier Mal höherer Grenzwert (0.02 mg/kg Trockenmasse).

¹⁰⁶ Labor BL 2002

¹⁰⁷ LfL 2000: 6

¹⁰⁸ Wyss 2003: 1

¹⁰⁹ Engelhardt 2001; LfL 2000: 6; Vgl. dazu auch Kapitel 2.2.4 Krankheiten, Abschnitt Ährenfusariosen

¹¹⁰ LfL 2000: 6

¹¹¹ TransGen 2003d

¹¹² LfL 2000: 7

¹¹³ IARC zitiert in LfL 2000: 7

¹¹⁴ FIV 2002: 125

¹¹⁵ Labor BL 2002: 2

¹¹⁶ Bodenmüller 2000: 26

Südafrikas, Chinas und Italiens¹¹⁷. Die kanzerogene Wirkung von Fumonisin ist jedoch nicht nachgewiesen, weder bei Tieren noch beim Menschen.

Zearalenon besitzt „eine ausgeprägte östrogene Wirksamkeit und wirkt anabolisch“. Es hat aber nur „eine sehr geringe Toxizität“¹¹⁸. Die östrogene Wirkung kann bei Menschen bis hin zu Scheinschwangerschaften führen, da das erste Stoffwechselprodukt von Zearalenon noch stärker hormonaktiv ist als der Ausgangsstoff¹¹⁹. Für Zearalenon in Lebensmitteln existieren keine Grenzwerte. Einzig für Futtermittel wird z. B. für Muttersauen empfohlen, den Wert von 0.05 mg/kg Futter nicht zu überschreiten¹²⁰.

Fusarientoxine gelten bei einem jährlichen Weizenkonsum von 62.5 kg pro Person und Jahr für gesunde Erwachsene als „nicht besonders besorgniserregend“. Für Kinder und kranke Personen sind die aufgenommenen Mengen an Fusarientoxine hingegen „möglicherweise“ besorgniserregend¹²¹. Untersucht wurden die Stoffe Nivalenol, DON und Zearalenon.

Befall mit Fusarienpilzen und Konzentration von Fusarientoxinen kann mit geeigneten Massnahmen erheblich reduziert werden. Mit der Wahl der Weizensorte kann der Befall mit Fusarien bereits „um das zwei- bis vierfache“¹²² herabgesetzt werden. Mit bodenwendender Bodenbearbeitung, also dem Pflügen des Feldes, kann der Toxingehalt im Mittel um 50 % reduziert werden¹²³. Weitere wichtige Faktoren sind die Fruchtfolgen auf der Weizenfläche. In einem zweijährigen Versuch zeigte sich, dass mit der Vorfrucht Weizen ein auffällig geringer Befall zu beobachten war. Ganz im Gegenteil zur Vorfrucht Mais, die eine „extrem befallsfördernde Wirkung“¹²⁴ zur Folge hatte. IP-Suisse verbietet jedoch die direkte Fruchtfolge von Weizen auf Weizen¹²⁵. Im biologischen Anbau ist diese Fruchtfolge möglich¹²⁶. Um einem Befall mit Fusarien vorzubeugen, kann zumindest der konventionelle Landwirt Fungizide einsetzen. „Unter optimalen Voraussetzungen“ kann der Befall um 50 % reduziert werden¹²⁷. Bereits befallene und mit DON kontaminierten Weizen kann „durch das Herausreinigen von Staub, Spelzen und Kümmelkörner“ die „Toxinbelastung bei vertretbaren Reinigungsverlusten. um durchschnittlich 32 %“ gesenkt werden¹²⁸.

Fusarientoxine sind nicht kanzerogen, einige weisen jedoch eine hohe Toxizität auf oder wirken stark hormonaktiv.

Fusarien befallen Weizen in allen Weltregionen. Hohe Feuchtigkeit begünstigt Befall und Wachstum.

Die Wirkung von Fusarientoxinen ist möglicherweise besorgniserregend bei Kindern und kranken Personen.

Mit geeigneten aber aufwändigen Massnahmen können Befall und Kontamination erheblich reduziert werden. Der biologische Landbau erreicht damit teilweise deutlich geringere Toxinkonzentrationen als der konventionelle.

Trotzdem besteht hier Handlungsbedarf.

Mutterkorn

Mutterkorn ist die Überwinterungsform des Pflanzenparasiten *Claviceps purpurea*. Er entwickelt sich in den Fruchtanlagen vieler Gräser. Anstelle des Getreidekorns entwickelt sich ein dunkel gefärbtes Mutterkorn, das deutlich aus der Ähre herauswächst. Befallen wird vor allem Roggen, seltener Weizen, hier hauptsächlich Hartweizen¹²⁹.

¹¹⁷ LfL 2000: 7-8

¹¹⁸ LfL 2000: 7

¹¹⁹ Engelhardt 2001

¹²⁰ BML 2000; Landinfo 2000: 9

¹²¹ LfL 2000: 8

¹²² Landinfo 2000: 11

¹²³ Landinfo 2000: 11; Wyss 2003: 2 erwähnt eine „deutliche“ Verringerung der Infektionsrate mit Fusarien.

¹²⁴ Landinfo 2000: 11

¹²⁵ IP 2003a: 6

¹²⁶ BIO 2003a: 6. Verlangt wird nur, die Fruchtfolge „so vielseitig und ausgewogen zu gestalten, dass sie auf lange Sicht die Bodenfruchtbarkeit erhält und gesunde Pflanzen gewährleistet.“

¹²⁷ Landinfo 2000: 12

¹²⁸ Landinfo 2000: 12

¹²⁹ LfL 2000: 9

Das Mutterkorn synthetisiert Alkaloide, die dem LSD sehr ähnlich sind, haben eine lange Geschichte. Im Mittelalter war Roggen das vorherrschende Brotgetreide, und viele Menschen litten chronisch und akut unter Mutterkornvergiftungen. Akute Vergiftungen führen zu Übelkeit, Kopfschmerzen, Gefühllosigkeit in Gliedmassen, Gebärmutterkontraktionen und Fehlgeburten. Chronisch ist vor allem das sogenannte Antoniusfieber bekannt, bei dem Gliedmassen, häufig Ohren oder Nasen aber auch Arme und Beine, sich aufgrund mangelnder Durchblutung verfärben und absterben können¹³⁰.

Mutterkornalkaloide werden in der modernen wie homöopathischen Medizin genutzt. So etwa bei Migräne¹³¹ oder zur Auslösung der Geburtswehen¹³².

In Deutschland gelten Höchstgrenzen für Mutterkorn von 0.05 Massenprozenten in Getreide für die menschliche Ernährung und 0.1 % in Futtermitteln¹³³. In der Schweiz gilt für Lebensmittel ein Grenzwert von 200 Mutterkornkörner pro kg Getreide¹³⁴. Die Alkaloide können 0.2 – 1 % der Trockenmasse von Mutterkorn ausmachen¹³⁵.

Heute hat Mutterkorn trotz einer gelegentlichen Zunahme aufgrund ungünstiger Witterung keine Bedeutung mehr in der menschlichen Ernährung. In den Mühlen wird Mutterkorn sicher von Getreidekörnern entfernt, so dass die Grenzwerte eingehalten werden können und durch die Einnahme von Mutterkornalkaloiden „keine Gefährdung“ der Gesundheit besteht¹³⁶.

Mutterkorn bildet Alkaloide, die akut und chronisch zu Mangel durchblutungen von Gliedmassen führen. Diese werden gefühllos und können absterben. Dieselben Alkaloide werden auch medizinisch genutzt. Bei der Reinigung des Ernteguts in Mühlen werden Mutterkörner sicher aus den Getreidekörnern entfernt, so dass keine Gesundheitsgefährdung durch Mutterkornalkaloide besteht.

2.4 Nahrungsmittelherstellung und Veredelung

Im Zentrum von Nahrungsmittel steht dessen Qualität, der Nährwert oder die Zusammensetzung von Inhaltsstoffen. Von Qualitätssteigerungen von Weizen sind nicht nur Bäckereien betroffen, sondern noch andere Gruppen.

2.4.1 Saatgutzüchtung

Eine Steigerung der Qualität von Schweizer Weichweizen für die Herstellung von Brot und Backwaren ist aus Sicht der Saatguthersteller kein Züchtungsziel. Der Bedarf danach besteht nicht¹³⁷.

2.4.2 Müllereien

Getreidemühlen stehen der Einführung transgener Weizensorten grundsätzlich „nicht abgeneigt“ gegenüber. Eine Qualitätssteigerung von Mehlen hat nur geringe Priorität. Man ist mit der Qualitätsklasse „Top“ durchaus „zufrieden“. Vorstellbar ist eine Veränderung der Zusammensetzung von Inhaltsstoffen, wenn damit Mehlbehandlungsmittel überflüssig werden. Das meist verwendete Mehlbehandlungsmittel Ascorbinsäure ist zwar gesundheitlich

¹³⁰ LfL 2000: 8-9

¹³¹ LfL 2000: 9

¹³² Vonarburg 2003: 47

¹³³ LfL 2000: 9

¹³⁴ FIV 2002: 125

¹³⁵ LfL 2000: 9

¹³⁶ Engelhardt 2001; LfL 2000: 9

¹³⁷ Winzeler 2003

unbedenklich¹³⁸, wird aber mit der Bezeichnung E300 deklariert. Dies verunsichert viele KonsumentInnen. Grosse Fragezeichen hingegen werden beim Absatz gemacht: Heute geht man davon aus, gentechnisch veränderte Lebensmittel hätten „keine Chance“ am Markt¹³⁹.

Müllereien sehen in ihrem Bereich, bei der Lagerung und beim Mahlen, keinen Bedarf nach Verbesserungen, welche die Gentechnologie leisten könnte. Die Mühlen stehen den Entwicklungen offen gegenüber, machen jedoch Fragezeichen bei der Akzeptanz von KonsumentInnen.

2.4.3 Bäckereien

Schweizerischer Bäcker-Konditorenmeister-Verband

Der Schweizerische Bäcker-Konditorenmeister-Verband (SBKV) vertritt mit 2400 Betrieben bis auf Fast-Food-Lokale und Kebab-Stände „beinahe alle“ Bäckereien in der Schweiz. Die zusammengeschlossenen Bäckereien sind in erster Linie bestrebt, den KonsumentInnen ein „qualitativ hochstehendes Produkt“ anzubieten. Dieses Produkt hat ein „Naturprodukt“ oder ein „möglichst naturbelassenes Produkt“ zu sein, das über hohe „sensorische Qualitäten“ (Geschmack, Geruch und Kauerlebnis), verfügt. Dies bedingt, dass die Rohstoffe eine konstant hohe Qualität aufweisen und Toleranzen in der Verarbeitung zulassen. Die Bäckermeister sind mit den in der Schweiz angebotenen Qualität zufrieden. Es werde eine „sehr gute und ausgewogene Mehlqualität“ gehandelt. Eine Steigerung der Backqualität der angebotenen Mehle stehe zur Zeit nicht zur Diskussion¹⁴⁰. Hingegen sind seit der Einführung der neuen Getreidemarktordnung¹⁴¹ gewisse Tendenzen erkennbar, die auf eine „Monopolstellung“ einiger weniger grosser Müllereien hinauslaufen könnten. Man befürchtet, die Vielfalt der Mehlsorten und –qualitäten könne in Zukunft darunter leiden. Zu gentechnisch veränderten Weizensorten steht die Stellungnahme des Verbands fest: grundsätzlich ist man „zurückhaltend mit Empfehlungen an die Mitglieder“, aber man ist „eher gegen“ gentechnisch veränderte Weizensorten. Backwaren aus gentechnisch veränderten Rohstoffen werden nicht aktiv auf den Markt gebracht werden, und bis solche angeboten werden, müsse die Nachfrage der KonsumentInnen „hoch“ sein¹⁴². Zur Zeit beträgt sie rund 20 %¹⁴³. Gründe für die ablehnende Haltung und Empfehlung sind die ungeklärten Folgen und die ungewisse Nachfrage.

Richemont

An der internationalen Fachschule für die Branche Bäckerei-Konditorei-Confiserie, Fachschule Richemont Luzern, die dem Schweizerischen Bäcker-Konditorenmeister-Verband gehört und von diesem Betrieben wird¹⁴⁴, äussert man sich sehr skeptisch bis deutlich gegen gentechnisch veränderten Lebensmittel im Allgemeinen und dem Grundnahrungsmittel Brot im Speziellen. Am liebsten wäre, am Produkt Brot und dessen Rohstoffen – Mehl, Wasser, Salz und Hefe – werde „auch in Zukunft nichts geändert“. „Brot ist ein natürliches Produkt“, und die KonsumentInnen erwarteten dies auch beim Kauf. Dieser direkte Kontakt zu den KonsumentInnen bringt die grosse Skepsis der Fachschule mit sich. Die Bäckereien müssten als „letztes Glied in der Produktionskette“ für ihre Produkte haften. Diese Haftung will man nicht übernehmen für Rohstoffe, die für KonsumentInnen keinen Mehrwert bringen. Richemont betont, man sei ausdrücklich „gegen eine aktive Markteinführung“ von Brot aus gentechnisch veränderten Rohstoffen. Solche Brote sollen erst angeboten werden, wenn die Nachfrage „über 50 %“ betrage. Die gentechnisch veränderten Brotprodukte haben deutlich als solche

¹³⁸ Knieriemen 1998: 48 stuft Ascorbinsäure als „in Massen unbedenklich“ ein, rät jedoch vor häufigem Verzehr ab.

¹³⁹ Rychener 2003

¹⁴⁰ Jakob 2003

¹⁴¹ Vgl. etwa BLW 2002c: 163; Volkswirtschaftsdepartement 1996; Koch 2001

¹⁴² Jakob 2003

¹⁴³ GfS 2003: 23

¹⁴⁴ Richemont 2003

gekennzeichnet zu sein. Doch auch dann bleibt fraglich, welchen Vorteil die KonsumentInnen mit dem eben gekauften Produkt erzielen. Entweder müsse der Preis oder die Qualität Vorteile gegenüber einem traditionellen Brot aufweisen. Bei beiden Punkten werden Fragezeichen gemacht. Mit der Qualität von Schweizer Mehlen ist man „sehr zufrieden“. Einzig bei Mehlmischungen sind aus Sicht der Fachschule noch Qualitätssteigerungen möglich. Dies würde allerdings eine Änderung der quantitativen Zusammensetzung von Qualitätsklassen bei der Sortenwahl bedingen. Die Fachschule Richemont gibt keine Empfehlungen an ihre Kursteilnehmer ab, auf die Verarbeitung von gentechnisch veränderten Rohstoffen zu verzichten oder diese zu forcieren. Viel mehr wird versucht, die KursteilnehmerInnen über die Gentech-Problematik „wertefrei aufzuklären“, sei dies bei „Backenzymen, der Herstellung von Mehlzusätzen oder Mehlbehandlungsmitteln und dem Rohstoff Mehl“. Den KursteilnehmerInnen werden zudem „Alternativen aufgezeigt“, die es ihnen ermöglichen sollen, sich „ein eigenes Urteil“ bilden zu können¹⁴⁵.

Der Schweizerische Bäcker-Konditorenmeister-Verband und die ihm angegliederte Fachschule Richemont sehen keinen Anlass, die Qualität ihres Rohstoffs Mehl zu verbessern. Die angebotene Qualität ist gut bis sehr gut. Der Einführung gentechnisch veränderter Weizensorten steht man deshalb sehr zurückhaltend bis ablehnend gegenüber. Das Grundnahrungsmittel Brot ist ein Naturprodukt und hat ein solches zu bleiben. Zur Zeit ist man gegen eine aktive Markteinführung von gentech-Brot. Bis der Verband eine aktive Markteinführung empfiehlt, müsse die Nachfrage sehr hoch, das heisst über 50 % liegen.

2.5 Detailhandel

Die beiden Grossverteiler Migros und Coop halten gemeinsam einen Marktanteil von 60 % bei den Lebensmitteln in der Schweiz¹⁴⁶. Ihrer Einstellung zu Lebensmitteln aus gentechnisch veränderten Rohstoffen wird bei der Information der KonsumentInnen und der Markteinführung solcher Lebensmittel eine zentrale Rolle zukommen.

Bei einer Befragung der beiden Detaillisten 1996 gaben beide Unternehmen an, der Einführung von „gentechnologisch veränderten Produkten grundsätzlich positiv gegenüber“ zu stehen. Beide Grossverteiler führten damals seit kurzer Zeit Waschmittel im Sortiment, die gentechnisch veränderte Enzyme enthielten. Migros beteiligte sich zudem finanziell an Forschungsprojekten im Bereich Lebensmittelzusatzstoffe¹⁴⁷.

Die Befragung 2003 ergab ähnliche oder gleich lautende Ergebnisse.

Coop verkauft heute keine „Lebensmittel mit gentechnisch veränderten Rohstoffen“. Auch die in der Schweiz zugelassenen transgenen Mais- und Sojasorten werden nicht verarbeitet. Hingegen werden „Wasch- und Reinigungsmittel“ angeboten, die „Enzyme enthalten, die mit gentechnischen Methoden in geschlossenen Systemen hergestellt wurden“. Diese Produkte werden mit dem Hinweis „mit gentechnischen Methoden hergestellt“ deklariert. Die KonsumentInnen stehen der grünen Gentechnologie „sehr skeptisch“ gegenüber. Coop geht davon aus, es bestehe „zur Zeit keine Nachfrage nach gentechnisch veränderten Lebensmitteln“. Eine „aktive Einführung von Seiten Coop gegen den Willen der Konsumenten“ steht deshalb heute „nicht zur Diskussion“¹⁴⁸.

Migros führt zur Zeit keine „gentechnisch veränderten Lebensmittel“ in ihrem Sortiment. Der Detailhändler nimmt „die Ängste der Konsumentinnen und Konsumenten ernst“ will „so lange als möglich“ auf den Verkauf von GVO-Lebensmittel verzichten. Die Marktanteile von heute verfügbaren und in anderen Ländern angebotenen gentechnisch veränderten Lebensmittel werden als „gering bis sehr gering“ eingeschätzt. Erst eine „trendige GV-Produktepalette“ wird daran etwas ändern. Dann will Migros die „Situation neu“ beurteilen und „die Konsumenten transparent und zuverlässig informieren (Rückverfolgbarkeit)“ sowie „Verunreinigungen“ von gentech-freien Lebensmitteln „vermeiden“ ... (Kontrollen)“. Wie bereits 1996 bietet Migros

¹⁴⁵ Boesch 2003

¹⁴⁶ Schulte 1996: 581

¹⁴⁷ Schulte 1996: 581

¹⁴⁸ Hofer 2003s

„Waschmittel mit gentechnisch veränderten Enzymen“ in ihren Regalen an und deklariert diese als solche¹⁴⁹.

Coop und Migros bieten keine Lebensmittel aus gentechnisch veränderten Rohstoff an. Beide Grossverteiler verkaufen hingegen Wasch- und Reinigungsmittel mit Enzymen die mit gentechnischen Methoden hergestellt wurden. Die Produkte sind entsprechend deklariert. Coop und Migros schätzen die Marktchancen für gentechnisch veränderte Lebensmittel heute für sehr gering ein und werden in naher Zukunft keine solchen Produkte anbieten.

2.6 Konsum

Der Lebensmittelmarkt ist ein Verbrauchermarkt. Die KonsumentInnen bestimmen mit ihren Einkäufen, welche Produkte am Markt eine Chance haben und welche nicht. Die BIO-Produkte haben dies eindrücklich bewiesen: der Umsatz konnte in den letzten fünf Jahren verdoppelt werden¹⁵⁰, der Anteil an Biogetreide wurde in zehn Jahren vervierfacht¹⁵¹.

Wie KonsumentInnen auf neue, gentechnisch veränderte Weizensorten reagieren werden, kann nicht vorausgesagt werden. Die von vielen Seiten geforderte Deklaration von GVO-Produkten, welche den KonsumentInnen die Wahlfreiheit lässt, ist heute in der EU und in der Schweiz geregelt¹⁵². Trotzdem bleiben zwei Aspekte ungeklärt. Erstens ist der Nutzen für KonsumentInnen ungewiss¹⁵³, solange kein Gentech-Weizen in den Regalen zu kaufen ist. Zweitens wird die Akzeptanz von GVO im Allgemeinen oder gentechnisch verändertem Weizen im Speziellen unterschiedlich beurteilt. Im Ausland reicht die Akzeptanz von 62 % der Befragten, die schädlingsresistente Nahrungsmittelpflanzen als „annehmbar“ und 19 %, die solche als „nicht annehmbar“ bezeichnen¹⁵⁴, bis zu 70 %, die gentechnisch veränderte Lebensmittel „ablehnen“¹⁵⁵. In der Schweiz lehnen 67 % der befragten StimmbürgerInnen den Einsatz der Gentechnologie in der Landwirtschaft „eher ab“, während 20 % diese „eher befürworten“¹⁵⁶. Falls gentechnisch veränderte Lebensmittel in der Schweiz zu kaufen wären, würden 20 % diese konsumieren und 65 % nicht¹⁵⁷. Die Konsumbereitschaft von gentechnisch veränderten Lebensmitteln änderte sich in den letzten Jahren nur unwesentlich: im Mai 1996 wollten 25 % solche Lebensmittel konsumieren während 62 % darauf verzichteten¹⁵⁸. Im Zeitverlauf etwas anders wird die Gentechnologie bei Pflanzen bewertet. Noch 1996 votierten 39 % der Befragten mit „eher befürworten“, heute sind es nur noch 28 %¹⁵⁹. Wird hingegen nach konkreten Nutzen von gentechnologischen Anwendungen bei Pflanzen gefragt, befürworten 55 % gentechnisch veränderte Pflanzen, wenn damit der Düngerverbrauch reduziert werden kann. Hingegen lehnen 67 % der befragten Stimmberechtigten Lebensmittel ab, die dank Gentechnik eine höhere Qualität (angereichert mit Vitaminen) aufweisen¹⁶⁰.

Kanada ist einer der grössten Getreideproduzenten und –exporteur der Erde. Kanadischer Weizen hält einen Anteil von 20 % am gesamten Weltmarkt für Weizen, und 65 % am gehandelten Hartweizen. Daneben kommen 30 % der Braugerste und 15 % der Futtergerste aus Kanada. Kanadische Getreideproduzenten sind folglich auf Exporte angewiesen.

Mit der Ankündigung von Monsanto, ab 2005 ihren herbizidresistenten Weizen in Kanada anbauen zu wollen, nehmen bei den ProduzentInnen Befürchtungen zu, viele KundInnen zu verlieren. Die kanadische Getreidekammer erklärt, zwei Drittel ihrer Auslandskundschaft werden

¹⁴⁹ Flückiger 2003

¹⁵⁰ BIO 2003d: 5

¹⁵¹ BIO 2003d: 6

¹⁵² LMV 2002: Art. 22b Abs. 1 (für die Schweiz); TransGen 2003d (für die EU)

¹⁵³ Vgl. dazu: Schulte 1996: 584; Schulte 1997: 42

¹⁵⁴ Schulte 1996: 573

¹⁵⁵ BAZ 2003: 1

¹⁵⁶ GfS 2003: 22

¹⁵⁷ GfS 2003: 23

¹⁵⁸ GfS 2003: 26; Bodenmüller 2000: 18

¹⁵⁹ GfS 2003: 31

¹⁶⁰ GfS 2003: 30

keinen gentechnisch veränderten Weizen kaufen wollen¹⁶¹. Zudem bestehen Befürchtungen, der gentechnisch veränderte Weizen werde, wie bereits bei transgenen Soja- und Maissorten, über die üblichen Vermarktungskanäle vertrieben und mit konventionellen Weizensorten vermischt. Tatsächlich ist eine absolute Trennung transgener und konventioneller Sorten sehr aufwendig und in der Praxis nicht zu erreichen. Deshalb gelten für sogenannt gentech-freie Lebensmittel Grenzwerte für Verunreinigungen mit gentechnisch veränderten Grundstoffen. In der Schweiz liegt dieser Grenzwert bei 1 Massenprozent¹⁶², in der EU lag der Wert bis im Juni 2003 ebenfalls bei 1 %¹⁶³. Mit der Zustimmung des EU-Parlaments zu den neuen Verordnungen zu gentechnisch veränderten Lebens- und Futtermitteln vom 2. Juli 2003 gilt neu ein genereller Schwellenwert von 0.9 %. Handelt es sich um GVO, die in der EU noch nicht zugelassen sind, von Expertengremien jedoch als sicher eingestuft werden, sinkt der Schwellenwert auf 0,5 %¹⁶⁴. Diese Grenzwerte einzuhalten, ist aufwendig und kostenintensiv. Verschiedene Studien haben errechnet, dass bis zu einer Toleranzgrenze von 1 % die Kosten für die Trennung weitaus höher sind als Kosteneinsparungen durch geringeren Herbizidverbrauch, der beim Anbau herbizidtoleranter Sorten erwartet wird. Erst ab einer Toleranzschwelle von 5 % lohnt sich der Anbau von herbizidresistentem Weizen. Trotz Bestrebungen der US-amerikanischen Regierung hat die EU die bis anhin geltenden Schwellenwerte weiter reduziert.

KonsumentInnen erwarten eine klare Deklaration von gentechnisch veränderten Lebensmittel.

Für gentechfreie Lebensmittel müssen klare Bestimmungen gelten, die festlegen, wie diese von gentechnisch veränderten Lebensmittel getrennt werden können. Gentechnisch veränderte Lebensmittel können in Zukunft etwa 20 % des Lebensmittelmarkts abdecken. Bieten diese Lebensmittel für die KonsumentInnen einen zusätzlichen Nutzen, können sogar mehr KonsumentInnen erreicht werden.

3. Weizensorte der Variante GVO

Die Beurteilung möglicher Einsätze von transgenen Weizensorten in der Schweiz erfolgt in zwei Teilschritten. Im ersten Schritt gilt es hier die Potenziale aufzuzeigen. Der zweite Teilschritt wird die Bewertung im Rahmen der „Nachhaltigkeitsbewertung der landwirtschaftlichen Primärproduktion in der Schweiz“ sein. Diese wird die Potenziale aller drei Varianten vergleichend bewerten.

3.1 Pilzresistenter Weizen

Die umfassende Analyse von Problemen im heutigen Weizenanbau und dem Bedarf nach Verbesserungen hat gezeigt, dass bei Pilzkrankheiten Handlungsbedarf besteht.

Die Variante GVO wird diesem Bedarf gerecht und stellt einen gentechnisch veränderten Weizen zur Verfügung, der Resistenzen gegen sämtliche Pilzkrankheiten aufweist. Der GVO-Weizen wird daher nicht mehr von Pilzen befallen, was Ernteauffälle verhindert, Qualitätseinbußen vorbeugt und Mykotoxinbelastungen auf Null reduziert.

Wie diese Resistenz gegen Pilze molekularbiologisch hergestellt wurde oder wie die Pilze abgewehrt werden, bleibt offen. Die Forschung ist heute in dieser Frage noch zu wenig weit, als dass hier verlässliche Annahmen getroffen werden können. Fest steht jedoch, dass der Weizen von den Behörden zugelassen. Diese Zulassung beinhaltet den Anbau der Weizensorte und

¹⁶¹ GED 2003

¹⁶² LMV 2002: Art. 22b Abs. 8

¹⁶³ TransGen 2003b

¹⁶⁴ TransGen 2003d

das Inverkehrbringen sämtlicher Produkte. Die Produkte müssen die Kennzeichnung „GVO“ tragen.

Diese Weizensorte wird in der Beschreibung der Variante GVO kurz der pilzresistente Weizen genannt.

4. Variante GVO

Die beiden Dachorganisationen IP-Suisse und BIO-Suisse verbieten den Anbau von transgenen Kulturpflanzen. Basis für den Betrieb der Variante GVO ist deshalb ein konventioneller Betrieb wie ihn der IST-Zustand beschreibt. Dieser baut neu den gentechnisch veränderten, pilzresistenten Weichweizen zur Gewinnung von Brotmehl an. Einige Parameter der Performances der Variante GVO werden deshalb wenig oder gar nicht ändern. Andere Parameter müssen jedoch aufgrund der zukunftsgerichteten Prognose ohne Kenntnisse der Vergangenheit dieser Variante anders als bei den Varianten BIO-S und IP-S beschrieben werden. Die Beschreibung erfolgt in einer Qualität, die einen Vergleich trotzdem ermöglicht.

Der pilzresistente Weizen, der als Grundlage für die Beschreibung der Variante GVO dient, existiert noch nicht. Er wird in der beschriebenen Form vielleicht nie verfügbar sein. Für die Variante GVO ist sie dennoch Basis einer zukunftsgerichteten Prognose für die Performances. Diese Prognose beruht auf Annahmen und beinhaltet Unsicherheiten, die jeweils als solche deklariert werden. Sämtliche Beteiligten haben die Beschreibung mit aktuellen Daten und nach bestem Wissen und Gewissen vorgenommen. Es ist aber nicht auszuschliessen, dass Aussagen in Zukunft anders lauten werden oder anders beurteilt werden können als heute.

Die Annahmen und Prognosen für die Performances können im heutigen Kontext optimistische Aussagen darstellen. Einige Aussagen widersprechen sogar aktuellen Forschungsergebnissen. So zeigen etwa begleitende Untersuchungen vom Anbau transgener Kulturpflanzen, dass trotz Resistenzen gegen Insekten oder Herbizide der Pflanzenschutzmittelverbrauch nicht abgenommen hat¹⁶⁵. Die Variante GVO hat einen Zeithorizont von knapp zwanzig Jahren. Die Aussagen beziehen sich auf das Jahr 2020. bis dahin kann sich Forschung und Praxis weiter verändern und es bleibt Zeit für Verbesserungen.

Ausgangslage für die Variante GVO ist der Modellbetrieb des IST-Zustands im Jahr 2003 und Schätzungen für diese Zeit. Betrachtungseinheit ist ein landwirtschaftlichen Betrieb. Dennoch wäre es verfehlt wenn nicht gar gefährlich, zukünftige Veränderungen im Umfeld ausser Acht zu lassen. Der Agrarsektor ist in der Schweiz aber auch in der EU durch nationale Gesetzgebung und internationale Abkommen stark reglementiert. Beide Regelwerke sind zur Zeit stark im Umbruch und beeinflussen auch den Modellbetrieb.

Die Agrarpolitik 2002 stellt die „zweite Etappe der Agrarreform“¹⁶⁶ dar und war die Antwort des Bundesrats auf die Volksinitiative „für preisgünstige Nahrungsmittel und ökologische Bauernhöfe“ der Vereinigung zum Schutze der kleinen und mittleren Bauern (VKMB). Die Initiative wurde am 17. Juni 1994 eingereicht¹⁶⁷ und am 27. September 1998 abgelehnt¹⁶⁸.

Die Agrarpolitik 2002 bildet die Grundlage für eine „nachhaltige und wettbewerbsfähige Schweizer Landwirtschaft“¹⁶⁹. Die wichtigsten Ziele waren, die schrittweise Marktöffnung zum Weltmarkt und zur EU sowie die ökologischen Auswirkungen des Agrarsektors zu reduzieren. So wurden unter anderem der Ökologische Leistungsnachweis (ÖLN) zum Erhalt von Direktzahlungen eingeführt und für Brotgetreide sollten sämtliche „gesetzlich verankerten Preis- und Absatzgarantien fallengelassen werden“¹⁷⁰. Dies erfolgte 2001¹⁷¹. Ebenso sind die weiteren Ziele der Agrarpolitik 2002 bis 2002 abgeschlossen

Die Agrarpolitik 2007 bildet die Fortsetzung der Agrarpolitik 2002. die Veränderungen werden voraussichtlich bis 2007 abgeschlossen sein. Ziele sind hier die Stärkung der

¹⁶⁵ Vgl. dazu Kapitel 4.1.2 Umwelt-Performance, Abschnitt Pflanzenschutzmittel

¹⁶⁶ Volkswirtschaftsdepartement 1996

¹⁶⁷ Volkswirtschaftsdepartement 1996

¹⁶⁸ NZZ 1998

¹⁶⁹ Volkswirtschaftsdepartement 1996

¹⁷⁰ Volkswirtschaftsdepartement 1996

¹⁷¹ BLW 2002c: 163

Wettbewerbsfähigkeit sozial zu gestalten und die gesetzten „Öko-Ziele“ zu erreichen¹⁷². Bis 2007 sollen hauptsächlich der Milch- und Fleischmarkt neu geregelt werden.

Die Zukunft von inländischen landwirtschaftlichen Betrieben wird jedoch nicht nur von nationalen Gegebenheiten und Bestimmungen reguliert und beeinflusst. Gerade in der Landwirtschaft spielt die Aussenpolitik eine wichtige Rolle. Bis ins Jahr 2020 wird die Annäherung der Schweiz an die EU mittels der Bilateralen Abkommen oder gar der EU-Beitritt auf der Agenda stehen. In der ersten Bilateralen Abkommen wurde die Landwirtschaft bereits diskutiert. Für Agrarprodukte wurde ein gegenseitiger „erleichterter Marktzutritt“ vor allem für Produkte ausgehandelt, bei denen die schweizerische Landwirtschaft „vergleichsweise wettbewerbsfähig“ ist. Frischfleisch, Milch und Weizen sind davon ausgenommen. Einfuhrzölle und Importkontingente bleiben im Rahmen der ersten Bilateralen Abkommen bestehen¹⁷³.

4.1 Performances der Variante GVO

Die Leistungen des Modellbetriebs der Variante GVO werden in den drei Dimensionen der nachhaltigen Entwicklung dargestellt.

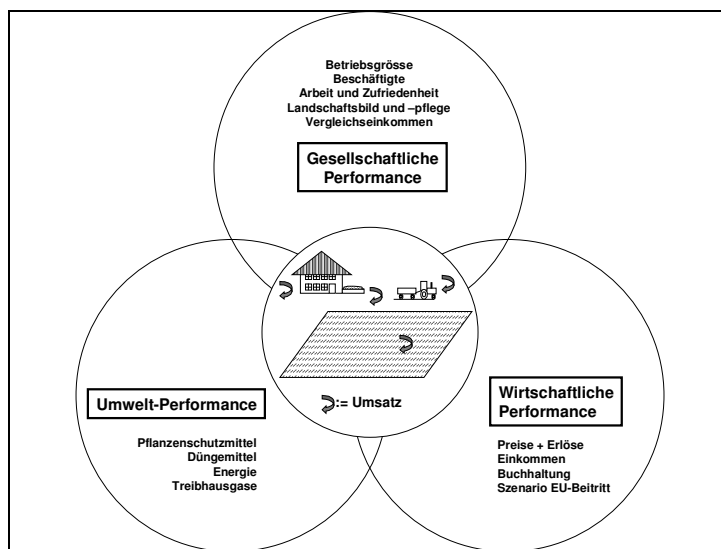


Abbildung 1: Systemmodell der Variante GVO

4.1.1 Gesellschaftliche Performances

Betriebsgrösse

Der GVO-Betrieb bewirtschaftet im Jahr 2020 wie die beiden Modellbetriebe der Varianten IP-S und BIO-S 26 ha landwirtschaftliche Nutzfläche. Auf 11.5 ha davon wird Weizen für die Gewinnung von Brotmehl angebaut.

Der GVO-Betrieb bewirtschaftet 26 ha Kulturland, auf 11.5 ha davon wird Weizen angebaut.

¹⁷² Wildisen 2002

¹⁷³ Bilaterale 2001

Beschäftigte

Der Modellbetrieb der Variante GVO ist ein Familienbetrieb mit 1.3 familieneigenen und 0.5 angestellten, landwirtschaftlichen Arbeitskräften.

Im GVO-Betrieb sind 1.6 landwirtschaftliche Arbeitskräfte tätig. 1.3 Arbeitskräfte gehören zur Familie der BetriebsleiterIn.

Arbeit und Zufriedenheit

Auf dem GVO-Betrieb können aufgrund einer effizienteren Bewirtschaftung der Felder etwa 1.5 % der Arbeitsaufwendungen gegenüber dem konventionellen Betrieb im IST-Zustand eingespart werden¹⁷⁴. Diese Schätzung beruht auf der Annahme, dass keine Fungizide mehr gespritzt werden müssen. Die Arbeitsbelastung bleibt im Vergleich mit anderen selbständigen Gewerbetreibenden aber überdurchschnittlich hoch und es werden nur 6 Ferientage pro Jahr bezogen¹⁷⁵.

	Konv ohne GEN	Konv mit GEN	Veränderung [%]
eingesetzte Stunden 1998 [h]	5019	4465	-11.04
eingesetzte Stunden 2003 [h]	3273	3226	-1.44

Tabelle 1: Arbeitsaufwendungen auf einem 45 ha grossen Ackerbaubetrieb im Schweizer Mittelland. Der Betrieb baut GVO-Pflanzen an¹⁷⁶.

Aufgrund der intensiven und zum Teil auch unschönen Diskussionen zwischen BefürworterInnen und GegnerInnen der Gentechnologie ist davon auszugehen, dass LandwirtInnen aus Überzeugung gentechnisch veränderten Weizen anbauen. Trotzdem lehnen 62 % die Gentechnologie bei Pflanzen ab¹⁷⁷, Tendenz zunehmend¹⁷⁸. Da die Zulassung von transgenen Lebensmitteln noch einige Jahre dauern und die EU schneller sein wird als die Schweiz¹⁷⁹, wird vermutet, die Akzeptanz von gentechnisch veränderten Lebensmitteln wird leicht zunehmen. GVO-LandwirtInnen werden daher in der Gesellschaft, bei KollegInnen wie bei KonsumentInnen, auf wenig Wertschätzung zählen dürfen. Die überzeugten GVO-ProduzentInnen wird dies kaum beeinflussen. Die Vermutung liegt nahe, dass die ersten GVO-BäuerInnen wie die ersten BiobäuerInnen Wegbereiter einer neuen Technologie sein werden.

*Die 1.6 Arbeitskräfte des GVO-Betriebs arbeiten 1.5 % weniger als in vergleichbaren konventionellen Betrieben. Pro Jahr und Arbeitskraft werden 2360 Stunden geleistet.
Die GVO-LandwirtInnen bauen ihren GVO-Weizen aus Überzeugung an, trotz der mehrheitlichen Ablehnung in der Bevölkerung.*

Ertrag

Der Ertrag wird sich mit dem Anbau des pilzresistenten Weizen für konventionelle ProduzentInnen nicht verändern¹⁸⁰. Die Ertragserwartung bis ins Jahr 2020 wird sich ähnlich oder gleich wie in der konventionellen Landwirtschaft entwickeln. Dort wird von einer jährlichen Ertragssteigerung ausgegangen¹⁸¹. Eine solche Steigerung ist langfristig jedoch nicht

¹⁷⁴ Schulte 2000: 60

¹⁷⁵ BLW 2002c:74

¹⁷⁶ Schulte 2000: 60; Bereits vor 1998 wurde die Mutterkuhhaltung aufgegeben (Schulte 2000: 56), was die hohe Arbeitseinsparung von 11 % in diesem Jahr erklärt.

¹⁷⁷ GfS 2003: 29

¹⁷⁸ GfS 2003: 26

¹⁷⁹ Die EU bewilligte bereits 23 Freisetzungsversuche mit gentechnisch veränderten Nutzpflanzen, die Schweiz noch keine (vgl. dazu Kapitel 2.1.32 Freisetzungsversuche).

¹⁸⁰ Öko-Institut 1999; Schulte 1996: 549. Die Ertragserwartung für Weizen „mit einer allgemeinen Resistenz gegen Pilzkrankheiten“ ist gleich hoch wie für den konventionellen Betrieb.

¹⁸¹ FAT 2002a: 40

realistisch. Der durchschnittliche Weizenenertrag betrage in 17 Jahren 71 dt/ha. Rückblickend zeigt sich, dass die durchschnittlichen Erträge in den 1990er Jahren konstant blieben. Dies mitunter als Folge der extensiven Anbauweise, die sich aufgrund der Prämien ausweitete. Für das Jahr 2020 wird deshalb angenommen, der Ertrag bleibt stabil bei 60 dt/ha.

Der GVO-Betrieb erntet 60 dt/ha Weizenkörner.

Landschaftsbild und Landschaftspflege

Der Modellbetrieb der Variante GVO kultiviert auf 11.5 ha Weichweizen. Die Hälfte der Fläche wird extensiv bewirtschaftet. Weiter wird angenommen, der Mindestanteil beitragsberechtigter Ökoausgleichsflächen bleibt bis ins Jahr 2020 bei 7 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche pro Betrieb bestehen. Der IP-S-Betrieb erfüllt diese Anforderungen und pflegt die notwendigen 7 % oder 1.8 ha beitragsberechtigten Ökoausgleichsflächen.

Der GVO-Betrieb bewirtschaftet 5.75 ha der Weizenfläche extensiv. 1.8 ha sind Ökoausgleichsflächen.

Vergleichseinkommen

Die landwirtschaftlichen Arbeitskräfte des GVO-Betriebs verdienen auf der Basis heutiger Berechnungen bei ihrer Tätigkeit mit CHF 31'500 nur 49 % des vorgegebenen Vergleichseinkommens¹⁸².

Voraussagen für das Jahr 2020 ist aufgrund der komplexen Zusammenhänge vieler Faktoren, die das landwirtschaftliche Einkommen beeinflussen, nicht möglich.

*Eine landwirtschaftliche Arbeitskraft verdient im VGO-Betrieb CHF 32'000 oder 50 % des Vergleichseinkommens.
Das Betriebseinkommen beträgt CHF 86'000.*

4.1.2 Umwelt-Performance

Einsatz von Pflanzenschutzmitteln

Langjährige Untersuchungen mit insektenresistenten Bt- und herbizidresistenten Roundup-Ready-Pflanzen wie Baumwolle, Mais und Soja zeigen, dass trotz den Resistenzen gleich viel oder sogar mehr Pflanzenschutzmittel benötigt werden¹⁸³.

Für den pilzresistenten Weizen der Variante GVO wird mit Blick auf die nächsten knapp 20 Jahre und das Potenzial der Technologie und der Anbaupraxis angenommen, der GVO-Betrieb benötige gar keine Fungizide mehr¹⁸⁴.

Der Verbrauch von Insektiziden und Herbiziden hat in der Vergangenheit stark abgenommen. Im Zeitraum von 1988 bis 2000 betrug die Abnahme der eingesetzten Wirkstoffe rund 40 %¹⁸⁵. Seit 1997 nahm der Einsatz von Herbiziden um 8 % zu. Der Insektizidverbrauch blieb konstant¹⁸⁶. Diese Trends werden sich bis 2020 fortsetzen, vor allem auf geeigneten und intensiv bewirtschafteten Flächen. Im Jahr 2020 werden auf den intensiven 20 % mehr, auf den extensiven Flächen 10 % mehr Herbizide gespritzt.

¹⁸² Vgl. dazu Kapitel 4.1.3 Wirtschaftliche Performance, Abschnitt Einkommen

¹⁸³ Öko-Institut 1999; Müller 2002

¹⁸⁴ Schulte 1996: 549

¹⁸⁵ BFS 2002a: 39

¹⁸⁶ BFS 2002a: 79

Der GVO-Betrieb benötigt keine Fungizide mehr. Auf den intensiv bewirtschafteten Weizenäckern werden 1.46 kg/ha Herbizide und 0.35 kg/ha Insektizide gespritzt. Auf den Extenso-Flächen werden 0.67 kg/ha Herbizide eingesetzt. Insektizide sind dort nicht erlaubt. (Alle Angaben in kg Wirkstoff)

Einsatz von Düngemitteln

Als Basis für den GVO-Betrieb gilt der Betrieb im IST-Zustand beides sind konventionell wirtschaftende Betrieb.

Der Einsatz von Düngemitteln hat in der Vergangenheit jedoch stark abgenommen. Von 1996¹⁸⁷ bis 2000 wurden 16 % weniger P-Düngern ausgebracht¹⁸⁸. Stickstoffverbindungen haben in den 1990er Jahren um 12 % abgenommen, seit 1980 beträgt der Rückgang 19 %¹⁸⁹. Die Zusammensetzung, je ein Drittel Handels- und zwei Drittel Hofdünger blieb relativ konstant. Die Bilanzen für P und N zeigen nach wie vor Überschüsse. Für Phosphate zeigt die Bilanz 120 %¹⁹⁰, für Stickstoff sind es 170 %¹⁹¹. Im Jahr 2020 werden die P-Bilanz ausgeglichen sein und die N-Bilanz einen Überschuss von nur noch 20 % aufweisen. Das heisst, P-Dünger werden gegenüber dem IST-Zustand um 20% abnehmen, N-Dünger um 30 %.

Der GVO-Betrieb setzt pro Hektare 105 kg N- und 34 kg P-Dünger ein, davon je einen Drittel Handelsdünger. Hinzu kommen 70 kg/ha mineralischer K-Dünger

Energie

Der Energieverbrauch des Modellbetriebs der Variante GVO wird sich gegenüber dem IST-Zustand nur unwesentlich ändern. Die Annahme geht davon aus, sämtliche Fungizide werden entfallen. Werden sämtliche Pflanzenschutzmittel, also auch Herbizide und Insektizide, überflüssig, sind Energieeinsparungen im Bereich von 4 –15 % möglich. Diese Annahme basiert auf zwei Studien, in denen der Energieverbrauch für Pflanzenschutzmittel angegeben ist¹⁹². Neben diesen Einsparungen stehen aber Mehraufwendungen bei der Saatgutherstellung und vor allem bei der verlangten Trennung des Ernteguts um Vermischungen mit traditionell gezüchtetem Weizen zu verhindern.

Weiter ist es schwierig, den Energieverbrauch für die nächsten knapp zwanzig Jahre abzuschätzen. Erstens sind die wichtigsten Posten der Energiebilanz Treibstoffe und mineralische Düngemittel. Beide hängen stark von der Intensität der Landbauform ab. Zweitens hat sich der relative Anteil der Landwirtschaft am Gesamtenergieverbrauch der Schweiz im vergangenen Jahrzehnt nicht verändert. Er liegt stabil bei 1.9 %¹⁹³. Der Gesamtenergieverbrauch der Schweiz nimmt laufend zu¹⁹⁴. Der Anstieg verlangsamt sich jedoch seit etwa 1990¹⁹⁵. Bis ins Jahr 2020 wird mit einer Fortsetzung dieser Trends gerechnet. Vereinfacht wird angenommen, der Energiekonsum des GVO-Betriebs wird entsprechend dieses Trends verglichen mit dem IST-Zustand um 5 % zunehmen. Dies trotz der oben vorausgesagten Reduktion des Düngemittelverbrauchs.

Der GVO-Betrieb setzt 15.75 GJ/ha oder 0.26 GJ/dt Körnerertrag um.

¹⁸⁷ BLW 2002c: 107; 1996 hat der das Programm Ökologischer Leistungsnachweis, damals noch unter dem Namen IP begonnen. Dies hatte alleine im Vergleich zum Vorjahr einen Rückgang um 42 % zur Folge.

¹⁸⁸ BLW 2002c: 107

¹⁸⁹ BFS 2002a: 115

¹⁹⁰ BLW 2002c: 108; Die Deposition wurde mitberücksichtigt.

¹⁹¹ BFS 2002a: 39

¹⁹² Pimentel 1980: 115 (15 %); Völkenrode 2000: 110 (4%)

¹⁹³ Energie Schweiz 2003: 3

¹⁹⁴ Energie Schweiz 2003: 19

¹⁹⁵ Kiener 2001: 3

Emissionen von Treibhausgasen

Für die Emissionen von klimarelevanten Spurengasen gilt dasselbe wie für die Energie: Sie betragen gleich viel wie im IST-Zustand.

Die Freisetzung von klimarelevanten Gasen kennt für Landwirtschaftsbetriebe zwei wichtige Einflussgrößen: die Tierhaltung sowie die damit verbundene Technik zur Lagerung und Ausbringung von Hofdüngern und den Gesamtenergieverbrauch des Betriebs. Für Hofdünger wird angenommen, bis 2020 ändere sich nichts, was Emissionen von Treibhausgasen reduzieren wird. Hingegen wird der Energieverbrauch wie oben beschrieben um weitere 5 % zunehmen. Dies wird sich direkt auf die Emissionen von CO₂-Äquivalenten auswirken. Das Verhältnis zwischen Energieverbrauch und Emissionen von CO₂-Äquivalenten beträgt 132 kg/GJ CO₂-Äquivalente¹⁹⁶

Der Modellbetrieb der Variante GVO emittiert 2080 kg/ha oder 35 kg/dt CO₂-Äquivalente.

4.1.3 Wirtschaftliche Performance

Die wirtschaftliche Performance des GVO-Betriebs kann nicht mit Erfahrungswerten belegt werden. Preise und Erlöse sind Schätzungen und Voraussagen, die jedoch abgestützt sind. Das landwirtschaftliche Einkommen kann aufgrund der Erlöse grob abgeschätzt werden. Die Betriebsbuchhaltung entfällt ganz, da es wenig sinnvoll ist, derart komplexe Daten abzuschätzen. Zudem haben die Buchhaltungen des IST-Zustands und die beiden Varianten IP-S und BIO-S gezeigt, dass sich diese in den wichtigen Kenngrößen zum Teil nur unwesentlich unterscheiden.

Prognosen für das Jahr 2020 sind mit grossen Unsicherheiten behaftet. Zu viele Faktoren aus dem Umfeld des Systems beeinflussen die ökonomischen Ergebnisse stark, dass verschiedene Szenarien nötig wären, um einigermaßen gesicherte Prognose zu wagen.

Der Anspruch, die Zukunft vorauszusagen hat aber nach wie vor Geltung. Als Erstes werden daher Voraussagen aufgrund heutiger Annahmen gemacht. Sie geben bereits ein gutes Bild der Variante und machen Vergleiche möglich. Als Zweites wird eine mögliche Entwicklung des Umfelds, das Szenario EU-Beitritt, gedanklich durchgespielt und die Dynamik verschiedener Größen aufgezeigt.

Preise und Erlöse

Beim pilzresistenten Weizen fallen sämtliche Fungizidbehandlungen weg. Damit können Arbeits- und Materialkosten eingespart werden. Im Mittel werden CHF 122/ha Weizenacker eingespart¹⁹⁷. Hinzu kommen jedoch Ausgaben für das teurere, weil patentierte Saatgut: Schätzungen gehen von 5 % Mehrkosten aus¹⁹⁸. Es wird angenommen, diese Einsparungen und Mehrausgaben halten sich etwa die Waage. Hinzu kommen wie beim IST-Zustand Mehrkosten von CHF 430/ha für den intensiven Anbau auf der Hälfte der Weizenfläche¹⁹⁹. Hingegen wird ein um CHF 322/ha höherer Roherlös vorausgesagt²⁰⁰. Dieser schlägt sich auch im Erlös von CHF 65/dt nieder. Der Extenso-Beitrag von CHF 400/ha entfällt²⁰¹.

¹⁹⁶ Völkenrode 2000: 110 und 143; Mittelwert der Verhältnisse für die Varianten „K“, „RS“ und „ÖKO“

¹⁹⁷ Schulte 1996: 549

¹⁹⁸ Schulte 2000: Executive Summary

¹⁹⁹ BZ 2002

²⁰⁰ Schulte 2000: 63 (Tab. 9); „Mehreinkommen durch GEN-Einsatz“: CHF 344/ha bei 20 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche für einen konventionellen Betrieb.

²⁰¹ Schulte 1996: 494; „Der Extensobeitrag wird heute [1996] ausbezahlt, um die Überschussproduktion im Getreidesektor zu reduzieren. Somit ist es fraglich, ob für den Anbau gentechnisch veränderter, krankheitsresistenter Weizensorten der Extensobeitrag ausbezahlt würde.“

	Variante GVO
total Erlös [CHF/ha]	5412
Ertrag [dt/ha]	60
Erlös [CHF/dt]	65
Roherlös [CHF/ha]	3922
Mehrkosten [CHF/ha]	215
allg. Direktzahlungen ²⁰²	
Flächenbeitrag [CHF/ha]	1200
offenes Ackerfläche [CHF/ha]	400
Ökobeiträge	
ÖAF [CHF/ha]	105
weitere Ökoprogramme	
Extenso [CHF/ha]	0
biolog. Landbau: offene Ackerfläche [CHF/ha]	0

Tabelle 2: total Erlöse für Brotweizen der Variante GVO

Der GVO-Betrieb kann seinen Weizen für CHF 64/dt verkaufen und erwirtschaftet damit einen Roherlös von CHF

Landwirtschaftliches Einkommen

Das landwirtschaftliche Einkommen kann nur in Relation zu anderen Varianten und Erhebungen angegeben werden. Der Vergleich mit dem konventionellen Betrieb ist für die Prognose des landwirtschaftlichen Einkommen am sinnvollsten, da der GVO-Betrieb ebenfalls ein konventionell wirtschaftender Betrieb ist und sämtliche Prognosen von Experten ebenfalls vom IST-Zustand ausgehen. Der Vergleich mit den Varianten wird bei der abschliessenden Nachhaltigkeitsbewertung wichtig werden.

Das landwirtschaftliche Einkommen bei einem Einsatz von transgenen Nutzpflanzen wurde erstmals in den 1990er Jahren für die Schweiz abgeschätzt. Die Prognosen für die Jahre 1998 und 2003 wurden für einen 45 ha grossen Ackerbaubetrieb im Talgebiet gemacht. Die relativen Resultate können aber auch für den Modellbetrieb der Variante GVO gelten. Die Prognosen fallen für die beiden Stichdaten unterschiedlich aus. Grund ist die Annahme, dass sich die Preise weiter senken werden, was sich unterdessen auch bewahrheitet hat.

	Konv ohne GEN	Konv mit GEN	Veränderung [%]
landwirtschaftliches Einkommen 1998 [CHF]	151932	164222	8.09
landwirtschaftliches Einkommen 2003 [CHF]	111801	115792	3.57

Tabelle 3: landwirtschaftliches Einkommen eines konventionellen Betriebs mit ohne den Anbau transgener Getreidesorten²⁰³

Die Veränderung von plus 3.6 % für 2003 und plus 8.1 % für 1998 liegen in derselben Grössenordnung wie der prognostizierte Mehrerlös der Variante GVO gegenüber dem IST-Zustand. Dort erwirtschaftet die Variante GVO einen um 9 % höheren Roherlös und einen 1 % höheren Gesamterlös²⁰⁴.

Für den GVO-Betrieb wird angenommen, das landwirtschaftliche Einkommen und der Arbeitsverdienst lägen 3.6 % höher als im IST-Zustand. Das Nebeneinkommen steigert sich um maximal 1.5 %. Aufgrund der effizienteren Bewirtschaftung nutzen die LandwirtInnen die freigewordene Zeit und gehen vermehrt einem Nebenerwerb nach.

²⁰² BLW 2003 für Direktzahlungen, Ökobeiträge und Ökoprogramme

²⁰³ Schulte 2000: 60

²⁰⁴ Vgl. dazu die Beschreibung des IST-Zustands und Kapitel 4.1.3 Wirtschaftliche Performance, Abschnitt Preise und Erlöse.

	Variante GVO
landw. Nutzfläche [ha]	26
Gesamteinkommen [CHF]	86000
landw. Einkommen [CHF]	65500
Nebeneinkommen [CHF]	20500
Vergleichseinkommen [CHF]	64132
Arbeitskräfte im Betrieb	1.8
Familienarbeitskräfte FJAE	1.3
Arbeitsverdienst pro FJAE [CHF]	43500
Arbeitsverdienst pro FJAE/Vergleichseinkommen	0.68
Arbeitsverdienst pro Arbeitskraft [CHF]	32000
Arbeitsverdienst pro Arbeitskraft/Vergleichseinkommen	0.50
Verhältnis Arbeitsverdienst pro Arbeitskraft zu IST [%]	104

Tabelle 4: geschätzte Einkommenssituation des GVO-Betriebs

Der GVO-Betrieb erwirtschaftet ein Gesamteinkommen von CHF 86'000, CHF 65'500 davon stammen aus landwirtschaftlicher Tätigkeit.
Der Arbeitsverdienst einer landwirtschaftlichen Arbeitskraft beträgt CHF 32'000.

Szenario EU-Beitritt

Zur Zeit wird konventioneller Weizen der Klasse „I“ in der Schweiz für CHF 60/dt ab Hof verkauft²⁰⁵. In Deutschland wird derselbe Weizen für € 10/dt²⁰⁶ oder umgerechnet CHF 16/dt gehandelt²⁰⁷. Ähnlich jedoch viel weniger ausgeprägt zeigen sich die Verhältnisse beim Arbeitsverdienst von Familienjahresarbeitseinheiten: Kaufkraftbereinigt verdienen diese in der Schweiz 23 % mehr als in der Bundesrepublik Deutschland²⁰⁸.

Wie diese Verhältnisse, ein um 400 % höherer Erlös aber dennoch nur ein um 23 % höheres Einkommen in der Schweiz zustande kommen, ist nicht genau nachvollziehbar. Zu viele Zusammenhänge sind nicht bekannt. Dennoch liegt eine Vermutung nahe: LandwirtInnen in der EU verfügen über weitere Einkommensmöglichkeiten nebst dem Verkauf ihrer Produkte. Direktzahlungen vom Bundesstaat oder von der EU können dabei nicht ausgeschlossen werden. Dies gibt der Forderung Aufwind, auch in der Schweiz Einkommenseinbussen bei einem EU-Beitritt mit Direktzahlungen des Bundes aufzufangen²⁰⁹.

Trotz dieser Forderung, die Direktzahlungen zu erhöhen, treffen andere Prognosen genau umgekehrte Annahmen: die allgemeinen Direktzahlung werden in Zukunft eingefroren, im Gegenzug aber die „ökologisch motivierten Beiträge ... erheblich ausgebaut“²¹⁰. Diese Annahme muss als richtig angesehen werden, denn bereits die Agrarpolitiken 2002 und 2007 zeigen deutlich in diese Richtung. Ziel war und ist es, Überschüsse im Getreidebau durch eine Extensivierung abzubauen²¹¹.

Der GVO-Betrieb gilt von der Anbaupraxis her als konventioneller Betrieb. Er bezieht keine Direktzahlungen aus „weitere Ökoprogrammen“ (siehe Tabelle 2). Der GVO-Betrieb wird bei einem künftigen EU-Beitritt folglich nur CHF 16/dt Erlös erzielen und die Direktzahlungen

²⁰⁵ Vgl. dazu Beschreibung des IST-Zustands

²⁰⁶ Ripplin 2003

²⁰⁷ NZZ 2003: Wechselkurs am 30. Juni 2003: 1 € = 1.5516 CHF

²⁰⁸ Meier 2001 (Daten von 1996-1998)

²⁰⁹ Koch 2001: II (Zusammenfassung) fordert dies ebenso: „Aufgrund der agrarpolitischen Gesetzgebung (Art. 55 LwG) sowie absoluter und komparativer Kostennachteile muss der Schweizer Getreideanbau mit staatlichen Massnahmen unterstützt werden, was in Zukunft vor allem durch einen angemessenen Importschutz oder Direktzahlungen möglich sein wird.“ Das Szenario EU-Beitritt ist in dieser Forderung nicht berücksichtigt, untersucht wurden lediglich Auswirkungen der neuen Getreidemarktordnung.

²¹⁰ Schulte 1996: 551

²¹¹ Schulte 1996: 494

werden sich nicht erhöhen. Verglichen mit BIO- oder IP-S-Betrieben haben Schweizer GVO-ProduzentInnen eine viel geringere Chance, im europäischen Markt zu bestehen²¹². Hinzu kommt noch, dass die EU vermutlich früher als die Schweiz gentechnisch veränderte Nutzpflanzen zulassen oder importieren. Schweizer GVO-Weizen wird sich qualitativ nicht von demjenigen anderer Herkunft unterscheiden. So lange gentechnisch veränderte Weizensorten nicht im Rahmen eines Labels angebaut und gehandelt wird, das den KonsumentInnen klare Vorteile garantiert, geht das Produkt in der Masse unter. So muss auch angezweifelt werden, ob der GVO-Weizen seine Käuferschaft von 20 %²¹³ überhaupt erreichen kann.

Tritt die Schweiz der EU bei oder öffnet sich ihre Grenzen vollständig für landwirtschaftliche Güterimporte aus der EU, werden GVO-ProduzentInnen ihren Weizen nicht mehr gewinnbringend verkaufen können. Sie treten mit einem Produkt auf den Markt, das bereits seit längerem zu kaufen ist. Direktzahlungen des Bundes werden nicht ausreichen, die Einkommenseinbuße auszugleichen. Der Erlös für konventionell produzierten GVO-Weizen liegt im EU-Markt bei CHF 16/dt.

²¹² Schulte 1996: 560

²¹³ GfS 2003: 26